



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TEEMU HYYPIÄ

AUTOMAATIOPIIRIEN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN LAATIMI-
NEN SUNILAN SULFAATTISELLUTEHTAAN KUITULINJALLE

Diplomityö

Tarkastaja: professori Matti Vilkkö

Tarkastaja ja aihe hyväksytty

Teknisten tieteiden tiedekuntaneu-
voston kokouksessa 12. elokuuta

2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

HYYPÄ, TEEMU: Automaatiopiirien ennakko- ja huolto-ohjelman laatiminen Sunilan sulfaattisellutehtaan kuitulinjalle

Diplomityö, 57 sivua, 4 liitesivua

Lokakuu 2016

Pääaine: Prosessinhallinta

Tarkastaja: professori Matti Vilkkonen

Avainsanat: Automaatio, kunnossapito, ennakko- ja huolto, kriittisyysluokittelu

Kunnossapito on yksi suurimmista teollisuusyrityksen kustannuksista pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen, minkä johdosta kunnossapitotoiminnan tehokkuus on yritykselle niin tärkeää. Ennakko- ja huollon määrä tuotantolaitosten kunnossapidossa on kasvanut tasaisesti. Ennakko- ja huolto on osa koko yrityksen systemaattista toimintaa, eikä sitä pidä hoitaa erillisenä toimintona muusta kunnossapidosta, vaan sen pitäisi nivoutua päivittäisiin toimiin. Työn tavoitteena on selvittää kuinka ennakko- ja huolto-ohjelma laaditaan tukemaan kunnossapitoa.

Työ jakaantuu kahteen osaan. Kirjallisuustutkimusosassa selvitetään mitä kunnossapito on ja minkälaisia kunnossapitolajeja on olemassa. Lisäksi tutustutaan riskianalyysimenetelmiin. Toisessa osassa käydään läpi ennakko- ja huolto-ohjelman laatimisen haasteita työn eri vaiheissa.

Tutkimus osoittaa, että ennakko- ja huolto-ohjelman laatiminen on työläs prosessi, joka vaatii paljon asioihin perehtymistä. Parhaaseen lopputulokseen ennakko- ja huolto-ohjelman toimivuuden kannalta päästään tekemällä tiivistä yhteistyötä eri henkilöstöryhmien kanssa. Hyvä ennakko- ja huolto-ohjelma on lopulta kompromissi kaikkien eri tahojen kesken.

Tutkimuksen perusteella voidaan olettaa, että hyvin toimiva ennakko- ja huolto-ohjelma auttaa ehkäisemään laiterikkoja. Samalla se myös selkeyttää kunnossapidon töiden suunnittelua ja antaa mahdollisuuden huoltotöiden historiatietojen tallennukseen.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Automation Technology

HYYPÄÄ, TEEMU: Making of preventive maintenance program for automation devices in the fiber line of the pulp mill of Sunila

Master of Science Thesis, 57 pages, 4 Appendix pages

October 2016

Major: Process Automation

Examiner: Professor Matti Vilkkö

Keywords: Automation, maintenance, preventive maintenance, criticality classification

Maintenance is one of the biggest costs in industrial company right after capital and raw material costs. Because of that the efficiency of maintenance is crucial to companies. The amount of preventive maintenance has grown steadily in the overall maintenance. Preventive maintenance is part of the systematical function of the business and should not be kept separate from the rest of the maintenance. Instead it should be included on daily tasks. The object of this work is to demonstrate how a preventive maintenance program is constructed to support the general maintenance.

This study is divided on two parts. In the literature research part it is clarified what the maintenance is and what kind of types of maintenance there are. In addition to that the study introduces some methods of risk analysis. In the second part the study describes the challenges that came across during different stages of making a preventive maintenance program.

The research shows that the making of preventive maintenance program is a laborious task that demands a lot of entering into. In case of functionality of the preventive maintenance program the best result is reached by working closely with different of staff levels. In the end a good preventive maintenance program is a compromise between all parties.

As the result of the study it can be assumed that a well working preventive maintenance program helps to prevent hardware failures. At the same time it makes easier to plan

maintenance and gives the opportunity to record the history of the maintenance per device.

ALKUSANAT

Tämän diplomityön tarkoituksena oli tuottaa ennakkohuolto-ohjelma Kotkassa sijaitsevan Stora Enso Oyj:n omistaman Sunilan sulfaattisellutehtaan kuitulinjalle. Työn tekeminen alkoi syksyllä 2012 Empower Oy:n palveluksessa. Varsinainen työ saatiin valmiiksi vuoden 2014 lopulla, ja sen jälkeen tämän kirjallisen osion kirjoittaminen onkin sitten ottanut oman aikansa. Mutta nyt kun tämä ”Iisakin kirkko” on saatu rakennettua, niin haluaisin kiittää työn tarkastajaa Matti Vilkkoa kärsivällisyydestä tämän työn edistymistä kohtaan. Suuret kiitokset myös Sunilan tehtaan kunnossapitohenkilöstölle, erityisesti sähkö- ja automaatio-osastolle. Kiitän myös vanhempiani saamastani tuesta tällä pitkällä koulutaipaleellani. Suurimmat kiitokset kuitenkin kuuluvat rakkaalle vaimolleni, jonka tuki ja ymmärtäväisyys ovat olleet suurin voimavarani.

SISÄLLYS

Abstract	3
Termit ja niiden määritelmät	8
1 Johdanto.....	9
1.1 Ennakkohuoltoerusteiden laatiminen	9
1.2 Ennakkohuoltojärjestelmän rakentamisen vaiheet	10
1.2.1 Tiedonkeruu	10
1.2.2 Laitekortit.....	10
1.2.3 Tiedon tallennus	10
1.2.4 Ennakkohuoltokokeilut	11
1.2.5 Ennakkohuolto-ohjelma.....	11
1.2.6 Ennakkohuoltotoimet.....	11
1.3 Kohdeyritykset	12
1.3.1 Stora Enso Oyj.....	12
1.3.2 Empower Oy	14
1.4 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	15
2 Kunnossapito	17
2.1 Standardit	17
2.2 Kunnossapitolajit.....	18
2.2.1 Ehkäisevä kunnossapito	18
2.2.2 Korjaava kunnossapito.....	19
2.2.3 Parantava kunnossapito.....	20
2.3 Kunnossapidon kustannukset	20
3 Ulkoistettu kunnossapito	22
3.1 Omistajuus ja organisointi kunnossapidossa	22
3.2 Ulkoistetun kunnossapidon tarkoitus ja tavoitteet	22
3.3 Palvelusopimus ja vastuut.....	23
3.4 Ulkoistetun kunnossapidon edut ja haasteet	23
4 Riskianalyysimenetelmiä.....	24
4.1 Perinteinen riskianalyysi.....	24
4.1.1 Uhkien tunnistaminen	24
4.1.2 Menetyksen suuruuden arviointi	26
4.1.3 Uhan todennäköisyyden arviointi.....	26
4.2 Vikapuuanalyysi (FTA)	28
4.3 Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi.....	29
4.3.1 FMEA tyypit	30
4.3.2 FMEA lähestymistavat	31
4.4 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)	33
5 Sunila.....	34
5.1 Puun vastaanotto	34

5.2	Puun käsittely	35
5.3	Kuitulinja	35
5.4	Selluvarasto	37
5.5	Lipeälinja	37
5.6	Laboratorio	40
5.7	Satamatoiminnot	40
5.8	Kaatopaikka	40
5.9	Sunilan Puhdistamo Oy	41
5.10	Kunnossapito ja tekninen palvelu	41
6	Ennakkohuolto-ohjelman laatiminen	42
6.1	Kuitulinjan sähkö- ja automaatiokunnossapito	42
6.2	Tietojen keruu ja lajittelu	43
6.3	Kriittisyysluokittelu	44
6.4	Huoltosuunnitelmien laatiminen	46
6.4.1	Huoltovälien määrittäminen	46
6.4.2	Huoltotöiden määrittäminen	47
6.4.3	Huoltosuunnitelmat	52
6.5	Siirtotaulukko	55
7	Yhteenveto	56
	Lähteet	58
	Liitteet	60

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

ICT	Information and Communication Technology. Termi ICT vastaa aiemmin yleisesti käytettyä ATK-termiä
FTA	Vikapuuanalyysi (engl. Fault Tree Analysis, FTA) on graafinen menetelmä, jota käytetään onnettomuuden (eli huippu-tapahtuman) syiden määrittämisessä.
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA) on menetelmä, joka tutkii potentiaalisia vikatiloja tuotteesta, prosessista tai organisaa-tiosta
VVKA	Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi (VVKA) on kuin Vi-ka- ja vaikutusanalyysi, mutta siihen sisältyy myös vian kriittisyyden arviointi.
HAZOP	Poikkeamatarkastelu (engl. Hazard and Operability Study, HAZOP) on menetelmä, jossa tarkasteltavasta järjestelmäs-tä etsitään tilanteita, joissa toimintasuureet voivat poiketa normaaliarvoistaan.
SAP	SAP on erikoistunut yritysten toiminnanohjausjärjestelmiin liittyvien tuotteiden tuottamiseen. Se on maailman suurin yritysohjelmistojen valmistaja.

1 JOHDANTO

Ennakkohuollon määrä tuotantolaitosten kunnossapidossa on kasvanut tasaisesti. Nykyisestä kunnossapidon työmäärästä ennakkohuoltoa on noin 30–40%. Ennakkohuollon tavoitteena on laitteiston käytettävyyden parantaminen. On myös tärkeää määritellä oikea huoltohetki niin, että huolto ei tapahdu liian aikaisin eikä liian myöhään. Ennakkohuolto on osa koko yrityksen systemaattista toimintaa, eikä sitä pidä hoitaa erillisenä toimintona muusta kunnossapidosta, vaan sen pitäisi nivoutua päivittäisiin toimiin. Ennakkohuollon toteuttaminen on vaativa tehtävä. [1]

1.1 Ennakkohuoltoperusteiden laatiminen

Ennakkohuoltoperusteet liittyvät yrityksen kunnossapitostrategiaan ja esimerkiksi seuraaviin seikkoihin:

A. Viranomaisten määräykset

Viranomaiset ovat asettaneet tietyille laitteille ja laitoksille pakollisia tarkastusvälejä. Määrätyin välein tarkistettavia ovat esimerkiksi nostolaitteet, nosto-ovet, hissit, paloilmotuslaitteet, turvalaitteet, vahvavirtalaitteet, kaupankäynnissä käytettävät vakauksen alaiset mittalaitteet, kuten vaakalaitteet sekä säteilylähteet.

B. Kriittiset laitteet

Kriittisillä laitteilla tarkoitetaan kohteita, joiden rikkoutumisesta tai pysähtymisestä aiheutuu suuri haitta. Kaikki laitteet eivät ole toiminnalle kriittisiä. Laitteet on kartoitettava ja asetettava tärkeysjärjestykseen ja on laadittava varautumissuunnitelma laitteen mahdollisen rikkoutumisen varalle. Kartoittaminen tehdään arvioimalla kaikki laitteet: tutkitaan, mistä laitteistosta aiheutuu suurin haitta ja mistä laitteesta seuraavaksi suurin. Haitan arviointi tapahtuu joko kokemuksen perusteella, tai se perustuu seurannan avulla saatuihin tilastoihin tai riskianalyysiin. On tärkeää kartoittaa sellaiset laitteet, joihin on

vaikea saada varaosia, laitteet jotka työllistävät eniten tai jotka aiheuttavat eniten kustannuksia. [1]

1.2 Ennakkohuoltojärjestelmän rakentamisen vaiheet

Ennakkohuoltojärjestelmä koostuu useista toiminnallisista osista. Niistä tärkeimmät ovat tiedonkeruu, laitekortit, tiedon tallennus, ennakkohuoltokokeilut, ennakkohuolto-ohjelma sekä ennakkohuoltotoimet.

1.2.1 Tiedonkeruu

Tiedon keräämistä on pidetty varsinkin vanhoissa laitoksissa raskaana ja aikaa vievänä työnä, koska työ vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta. Ennakkohuollon perusteet on tunnettava erittäin hyvin. Tiedonkeruun tekijällä on oltava hyvät tiedot tekniikasta ja tuotannosta sekä hyvä paikallistuntemus. Tiedon on oltava yhtenevässä muodossa, jotta se voidaan viedä laiterekistereihin. Liian tiedon keräämistä on vältettävä. Tiedot tallennetaan laitekortteihin mieluiten suoraan tietojärjestelmään, jotta muutosten teko olisi mahdollisimman helppoa. Uusissa laitoksissa tiedot kerätään jo suunnittelun ja hankinnan aikana dokumenteista ja hankintapapereista. [1]

1.2.2 Laitekortit

Laitekortille kerätään kaikki laitteeseen tai sen suorituskyykyyn liittyvät tekniset tiedot. Vakiomuotoisia kortteja on saatavissa mekaanisille laitteille, sähkömoottoreille, instrumenteille, venttiileille jne. Vakiomuotoisia kortteja voidaan soveltaa kulloiseenkin käyttötarkoitukseen sopiviksi. [1]

1.2.3 Tiedon tallennus

Tiedon tallennus tehdään suoraan kunnossapidon tietojärjestelmässä sijaitsevaan laitekantaan, korteille ja historiatietoihin. Kone- ja laitekorttipohjia voidaan käsitellä tietokoneen näytössä, ja historiatiedot näkyvät omilla sivuillaan. Standardisoidut termit ja yrityksen sisällä sovitut laite-, kone- tai prosessipaikat tai vastaava koodijärjestelmä

mahdollistavat erilaiset hakumenettelyt joko osastoittain, laiteryhmittäin, konepaikoittain, prosessipaikoittain, positioittain tai piireittäin. Tietojen tallentamisen yhteydessä tarkistetaan myös, että tiedoissa on lueteltu tarvittavat varaosat sekä varastopositiot. Varaosien kohdentaminen voi tapahtua usealla eri tavalla sovittujen hakutapojen mukaan. [1]

1.2.4 Ennakkohuoltokokeilut

Ennakkohuollon tietojen tallentamisen jälkeen aloitetaan ennakkohuoltokokeilut mieluiten ensin kriittisten laitteiden asettaman tärkeysjärjestyksen perusteella. Kokeiluilla testataan henkilökunnan ja dokumentoinnin sekä järjestelmän tai ennakkohuoltopolitiikan toimivuutta. Kokeilujen välillä tarkastellaan yhteisesti saavutettuja hyötyjä ja verrataan niitä toteutuneisiin kustannuksiin. Erityisesti kiinnitetään huomiota kustannuksiin, tietoi-
ongelmiin, varaston toimivuuteen ja toiminnan luotettavuuteen. [1]

1.2.5 Ennakkohuolto-ohjelma

Kokeilujen jälkeen luodaan tärkeysjärjestyksen mukainen ennakkohuolto-ohjelma. Ennakkohuolto-ohjelman ajoitukset perustuvat laitteiden kriittisyyteen, lain ja määräysten mukaisiin aikaväleihin, kokemuksen mukaisiin vikaantumisväleihin ja laitevalmistajien antamiin suosituksiin. Tietojärjestelmään ohjelmoidaan (tai parametroidaan) priorisointi (tärkeysjärjestykseen asettaminen) ja ajoitukset. Varmistetaan, että järjestelmä valvoo ja tulostaa työmääräykset, työohjeet ja tietolähteet. Järjestelmän ylläpitäjä tekee aikataulut ja päättää toteuttamisesta. Erikoistoiminnot analysoidaan tarkasti. Kun työ on valmis, se dokumentoidaan järjestelmään historiaseurantaa varten. [1]

1.2.6 Ennakkohuoltotoimet

Ennakkohuollon ei tulisi erottua muusta kunnossapidosta. Osa ennakkohuoltotoimista voi kuulua prosessihenkilöstön päivittäisiin tehtäviin. Tällaisia tuotanto- tai prosessi-
henkilöiden tekemiä ennakkohuoltotoimia ovat pienet voitelut, viritykset, säädöt sekä vikojen havainnointi ja raportointi vikailmoituksina ja vikojen kirjaaminen häiriö- tai päiväkirjaan. Joitakin erityistaitoja ja -tuntemusta vaativia toimia voidaan harkita annet-

tavaksi "ennakkohuoltohenkilöiden" hoidettavaksi. Muutoin niitä hoitavat kaikki kunnossapitohenkilöt. Oman alueensa laitosmies tai kunnossapitomies hoitaa ennakkohuollon itsenäisesti. Hän tarkistaa ja säätää laitteita joko ennalta laaditun luettelon tai ammattitaitoonsa perustuvien havaintojen perusteella. [1]

1.3 Kohdeyritykset

1.3.1 Stora Enso Oyj

Stora Enso Oyj on pakkaus-, biomateriaali-, puutuote- ja paperiteollisuuden uusiutuvien ratkaisuiden maailmanlaajuinen toimittaja.

Stora Enson tavoitteena on korvata uusiutumattomat materiaalit innovoimalla ja kehittämällä puuhun ja muihin uusiutuviin materiaaleihin perustuvia tuotteita ja palveluja. Stora Enso keskittyy kuitupohjaisiin pakkaustuotteisiin, puuviljelmiltä saatavaan seluun, biomateriaali-innovaatioihin ja kestäviin rakennusratkaisuihin.

Konsernin palveluksessa on noin 27 000 henkilöä yli 35 maassa. Stora Enson osakkeet noteerataan Helsingin ja Tukholman arvopaperipörsseissä. Konsernin liikevaihto vuonna 2014 oli 10,2 miljardia euroa ja operatiivinen liikevoitto 810 miljoonaa euroa.

Stora Enso hyödyntää ja kehittää osaamistaan uusiutuvien raaka-aineiden käytössä vastatakseen asiakkaiden tarpeisiin sekä raaka-aineisiin liittyviin maailmanlaajuisiin haasteisiin. Stora Enson tuotteet tarjoavat ilmastoystävällisen vaihtoehdon ja pienemmän hiilijalanjäljen verrattuna moniin kilpaileviin tuotteisiin, jotka on valmistettu uusiutumattomista materiaaleista.

Tällä hetkellä Stora Enson Suomen yksiköissä työskentelee noin 6 900 työntekijää, mikä on noin 24 % työvoimasta. Stora Ensolla on toimintaa Suomessa useilla paikkakunnilla, kuten Heinolassa, Hartolassa, Honkalahdessa, Imatralla, Kemissä, Kiteellä, Kouvolassa, Kristiinankaupungissa, Lahdessa, Oulussa, Porissa, Pälkäneellä, Uimaharjussa ja Varkaudessa. Stora Enson pääkonttori sijaitsee Helsingissä.

Stora Enso on yksi Euroopan johtavista sellun, paperin ja kartongin tuottajista. Suurin osa yhtiön liikevaihdosta, tuotantokapasiteetista ja henkilöstöstä onkin Euroopassa. Itä- ja Keski-Eurooppa ovat tärkeitä aaltopahvin ja puutuotteiden tuotantoalueita. Ympäristövaikutusten lieventämiseksi Stora Enso pyrkii erityisesti parantamaan materiaalitehokkuutta, minimoimaan hiilidioksidipäästöt ja käyttämään vettä vastuullisesti. Suurin osa pääraaka-aineesta, puusta, hankitaan Pohjois-Euroopasta yksityisiltä metsänomistajilta, Bergvik Skogilta ja Tornatorilta. Stora Enso edistää metsäsertifiointeja ja kestävä metsänhoitoa. Stora Enso edistää aktiivisesti myös kierrätysohjelmia ja on niissä mukana, erityisesti Euroopan tiheästi asutuilla alueilla.

Latinalaisesta Amerikasta on muodostunut Stora Ensolle strategisesti tärkeä alue kustannustehokkaan puuviljelmäperäisen sellun ansiosta. Stora Ensolla on Brasiliassa yhteisinä toimintoina Veracel Celulosen sellutehdas sekä aikakauslehtipaperia tuottava tehdas. Stora Enso omistaa myös maata, josta noin puolelle on istutettu eukalyptuspuuta. Stora Enso tukee yhteisöjä puunistutusohjelmien ja paikallisia elinkeinoja edistävien ohjelmien kautta, sekä suojelee puuviljelmiä ympäröivien maa-alueiden monimuotoisuutta elvyttämällä atlanttista sademetsää. Stora Enso käy Brasiliassa vuoropuhelua maattomien liikkeiden kanssa päästäkseen yhteisymmärrykseen maankäytöstä.

Stora Enson ja Araucon yhteisyritys Montes del Platan sellutehdas aloitti toimintansa kesäkuussa 2014. Se on yksi maan historian suurimpia investointeja. Stora Enso omistaa laajoja maa-alueita Uruguayssa. Paikalliset maanviljelijät käyttävät Stora Enson puuviljelmiä myös laidunmaana maanvuokrausjärjestelmien kautta. Stora Enso tekee aktiivisesti yhteistyötä paikallisyhteisöjen kanssa erilaisten kehittämisohjelmien kautta. Tehtaan raaka-aineena käyttämä eukalyptus saadaan pääasiassa Montes del Platan omilta noin 190 000 hehtaarin maa-alueilta.

Stora Enson tuotteiden, erityisesti kuluttajapakkauskartongin, kysyntä kasvaa nopeasti Kiinassa. Kahden paperitehtaan lisäksi Stora Enso omistaa Kiinassa tuotanto- ja jakeluyksiköitä pakkausyhtiö Inpac Internationalin kautta. Suurin investointihanke on Guangxiin rakennettava kuluttajapakkauskartonkitehdas. Toimintoihin kuuluu myös eukalyptusviljelmiä. Stora Enso kunnioittaa paikallisten asukkaiden maankäyttöoikeuksia ja pyrkii parantamaan työntekijöiden työ- ja elinoloja. Lisäksi Stora Enso edistää kestävä metsänhoitoa ja metsäsertifiointeja.

Stora Ensolla on 35 %:n omistusosuus yhteisyrityksessä Pakistanissa. Bulleh Shah Packaging valmistaa aaltopahvipakkauksia, kuluttajapakkauskartonkia, aaltopahvin raaka-ainetta ja paperia tekstiiliteollisuudelle, meijeri- ja elintarviketeollisuudelle sekä elektroniikkateollisuudelle Pakistanissa. Vastuullisuustyössä Stora Enso keskittyy yhteisöjen sitouttamiseen sekä erityisesti ihmisoikeuksien ja työntekijöiden oikeuksien edistämiseen muun muassa toimittajien auditoinnin ja kouluttamisen kautta. Bulleh Shah investoi biomassavoimalaitokseen yhtiön sähköomavaraisuuden mahdollistamiseksi.

Stora Ensolla on Laosissa koepuuviljelmä, jossa puuviljely yhdistyy elintarviketuotantoon. Vastuullisuustyöhön kuuluvat yhteisöjen sitouttaminen ja paikallisten asukkaiden auttaminen muuttamaan viljelysmaa turvalliseksi. [2]

1.3.2 Empower Oy

Empower Oy on monikansallinen palveluyritys, joka auttaa pitämään yhteiskunnan pyörät pyörimässä ja parantaa asiakkaiden kilpailukykyä. Empower rakentaa, asentaa, huoltaa ja korjaa sähkö- ja televerkkoja, pitää kunnossa voimalaitoksia ja tehtaita sekä toimittaa ICT-ratkaisuja.

Empower palvelee asiakkaitaan Itämeren alueen maissa sekä Norjassa. Toimintaa Empowerilla on noin sadalla paikkakunnalla Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Virossa, Latviassa ja Liettuaassa. Henkilöstönä on noin 2550 palveluiden ammattilaista. Lisäksi Empower tekee kiinteätä yhteistyötä yli 200 kumppanin kanssa.

Empower mahdollistaa asiakkaalle keskittymisen ydinliiketoimintaansa, joustavat toimintatavat sekä tuottavuuden parantamisen. Empower toimii avoimesti ja yhdessä asiakkaan sekä kumppanien kanssa. Empower tarjoaa koko elinkaaren kattavat palvelut erityisesti sellaisiin kohteisiin, joissa turvallisuus, luotettavuus ja käytettävyys ovat etusijalla. [3]

Empower-konsernin liiketoiminnot jakautuvat viiteen liiketoimintadivisioonaan:

Tietoverkkodivisioona suunnittelee, rakentaa, asentaa ja ylläpitää sähkö- ja tietoliikenneverkkoja.

Teollisuusdivisioonan palveluihin kuuluvat teollisuuden ja energiantuotannon käyttö- ja kunnossapitopalvelut sekä projektipalvelut.

Sähköverkko-divisioona vastaa siirtoverkkojen ja muiden infraverkkojen sekä rakenteiden projektoinnista, rakentamisesta ja kunnossapidosta.

Baltia-divisioonan vastuulla ovat palveluliiketoiminnat ja liiketoiminnan kehittäminen Virossa, Latviassa ja Liettuassa.

Tiedonhallinta-divisioona palveluihin kuuluvat energiamarkkinoiden palvelut, energia-alan tietojärjestelmät ja Smart Grid -ratkaisut energia-alalle. [4]

1.4 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämä tutkimus suoritettiin Stora Enso Oyj:n Sunilan sulfaattisellutehtaalla Kotkassa. Työ tehtiin Empower Oy:n alaisuudessa, jolle Sunilan kunnossapito on ulkoistettu. Diplomityön tekeminen aloitettiin keräämällä tietoa tehtaan henkilökunnalta, niin käyttöpuolen Stora Ensolaisilta kuin kunnossapitopuolen Empowerilaisilta. Tutkimusongelmaa lähdettiin kartoittamaan osallistuvalla havainnoinnilla. Siihen kuului työn tekeminen tehtaalta osana tehtaan kunnossapitohenkilökuntaa. Näin saatiin kattava kokonaiskuva kunnossapidon toiminnasta tehtaalta.

Tutkimuksen tavoitteeksi rajattiin ennakkohuolto-ohjelman laatiminen Sunilan sellutehtaan kuitulinjan automaatiolaitteille. Ennakkohuolto-ohjelman laatimisen perustana käytettiin kuitulinjan automaatiopiirien kriittisyysluokittelua, jonka avulla määritettiin ennakkohuollon piiriin kuuluvat laitteet ja niiden huoltovälit. Tutkimuksen tärkein tavoite oli tuottaa mahdollisimman kattava ennakkohuolto-ohjelma, joka olisi kuitenkin toteutettavissa nykyisillä Empowerin kunnossapitoresursseilla osana päivittäisiä työtehtäviä. Ennakkohuolto-ohjelmasta on myös tultava sellainen, että asiakasyritys sen hyväksyy.

Tutkimuksen tarkoituksena oli muodostaa esimerkinomainen malli ennakkohuolto-ohjelman laatimiseen, jota voisi laajentaa myös tehtaan muille alueille. Ennakkohuolto-ohjelman avulla on myös mahdollista kehittää varaosien hallintaan liittyviä asioita.

2 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yksi suurimmista teollisuusyrityksen kustannuksista pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen, minkä johdosta kunnossapitotoiminnan tehokkuus on yritykselle niin tärkeää. Tehokkaassa kunnossapidossa kunnossapitäjät osaavat laatia koneelle mahdollisimman järkevät kunnossapitostrategiat ja toteuttaa ne siten, että koneen suorituskky säilyy mahdollisimman hyvänä. Kunnossapidon tärkein tavoite onkin osaltaan optimoida valmistusprosessin tehokkuus. [5]

Kunnossapito käsitetään yleensä korjaamiseksi ja huoltamiseksi, mutta siihen kuuluu myös paljon muuta, kuten esimerkiksi laatu- työturvallisuus- ja ympäristönäkökohtien huomioiminen. Kunnossapitoala kehittyy koko ajan, ja alan ammattilaisten on syytä kouluttautua ja olla kiinnostuneita alalla tapahtuvista muutoksista sekä hyödyntää saamaansa tietotaitoa työelämässä. [6]

2.1 Standardit

Kunnossapidon termistöä ja käsitteitä on määritelty standardissa SFS-EN 13306, joka on EU-standardi ja voimassa koko EU:n alueella. Suomessa toimii PSK Standardisointiyhdistys, joka laatii standardeja teollisuuden tarpeisiin kotimaassamme.

Standardin PSK 6201 mukaan kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. [7]

SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteis-

tä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. [6]

2.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito ja huolto sekoitetaan usein keskenään. Kunnossapito on kuitenkin oma erillinen yrityksen toiminto, joka kattaa huomattavasti laajemman osan kuin huolto. Huollon tehtävänä on keskittyä konkreettiseen tekemiseen, johon kuuluvat ennakoivat toimenpiteet, vianetsintä ja korjaaminen. [8]

Kunnossapidossa voidaan tunnistaa viisi päälajia, jotka ovat seuraavat:

1. Huolto
2. Ehkäisevä kunnossapito
3. Korjaava kunnossapito
4. Parantava kunnossapito
5. Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kunnossapito voidaan jakaa suunniteltuihin ja suunnittelemattomiin huolto- ja korjaustoimenpiteisiin. Edellä mainitusta listasta suunniteltuja toimenpiteitä edustavat ehkäisevän kunnossapidon työt, kuten määräaikaishuollot ja parantavan kunnossapidon työt. Näitä toimenpiteitä kutsutaan myös ennakkohuolloiksi. Ennakkohuolto onkin tärkein suunnitellun kunnossapidon osa-alue. Ennakkohuoltoja voidaan tehdä käynnin aikana tai sitten ne vaativat seisokin. Suunnittelemattomia töitä ovat yleensä vikojen ja häiriöiden aiheuttamat korjaustoimet. [5]

2.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa vielä kolmeen osa-alueeseen. Näitä ovat jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta ja kuntoon perustuvat suunnitellut toimenpiteet. Jaksotetussa kunnossapidossa laitteelle tehdään tietyt huoltotoimet kunkin ennako-huolto-ohjelmaan määritetyn ajanjakson välein. Tämä aikaväli voi olla laitteen valmistajan määrittelemä tai jakso voi perustua myös kunnossapitäjien tai käyttöhenkilöstön koke-

mukseen. Tämän huoltovälin määrittämisen onnistuminen onkin kokonaisuuden kannalta ennakkohuollon tärkeimpiä kohtia.

Kunnonvalvonnan tehtävänä on täydentää käyttöseurantaa. Kunnonvalvonnassa pyritään tunnistamaan laitteen kuntoa ja tilaa kertovat suureet, joille määritellään oikeat tarkistusmenetelmät, sekä mittauslaitteet ja -tavat. Kunnonvalvonnalla saavutettavia etuja ovat optimoitu kunnossapitoon käytettävä aika sekä vian havainnointi ennen kuin se aiheuttaa turvallisuusriskin. Kunnonvalvontamittauksissa ensimmäisenä käytössä oleva tarkastusmenetelmä on aistinvarainen. Aisteihin perustuvia tarkastusmenetelmiä ovat näkö, haju, kuulo ja tuntoaisti. Fysikaalisissa mittauksissa mitattavia suureita ovat lämpötilan mittaamisen lisäksi paineen ja dimension mittaus. Sähköisiin perussuureisiin liittyy jännitteen, virran resistanssin, sekä tehon mittauksia. Ainetta rikkomattomiin menetelmiin käytetään apuna ultraääntä ja röntgenkuvausta. [9]

Ennakkohuolto on yleiskäsite ja se pohjautuu suunnitelmalliseen kunnossapitoon. Suunnitelmallisen kunnossapidon eri alalajeja ovat ehkäisevä kunnossapito, parantava kunnossapito sekä kunnostaminen. Näitä voidaan lisäksi jaotella tutkivaan ja mittaavaan kunnossapitoon sekä kunnonvalvontaan ja tarkastustoimintaan.

Ennakkohuoltotoiminnan tavoitteina on pyrkiä estämään ennakoivilla toimenpiteillä laitteiden vikaantumisesta aiheutuvat käyttökatkot sekä tehostaa laitteiden suorituskykyä, käytettävyyttä, luotettavuutta ja turvallisuutta lisäävää toimintaa. Tavoite voidaan kiteyttää siten, että pyritään huoltamaan ja korjaamaan laite ennen kuin se vikaantuu. Tällä tavoin saadaan seurattua laitteen yleiskuntoa ja muutoksia käyttöolosuhteissa sekä tarkastamalla varmistetaan esimerkiksi prosessinosan tai laitteen toimintavarmuus. Toimenpiteillä saadaan parannettua käyttövarmuutta sekä osin siirrettyä seisokissa tehtäviä töitä käynninaikana suoritettaviksi. [10]

2.2.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on yksinkertaisimmillaan sitä, että laite huolletaan vaurion jo synnyttyä. Yleensä vaurioituminen aiheuttaa prosessiin katkoksen. Yllättävästä käyttökatkoksesta aiheutuvat tuotannonmenetyskustannukset ovatkin tavallisesti huomattavasti suuremmat kuin itse korjauksen kustannukset. Aikaisemmin tärkeimmille laitteille

rakennettiin varalaite nopeuttamaan vauriotilanteista selviämistä. Varalaitteet aiheuttavat kuitenkin kustannuksia ja usein varalaitetta on mahdotonta järjestää. Esimerkiksi paperiteollisuudessa on mahdotonta rakentaa varalle esimerkiksi yhtä kuivatusryhmää. Paperiteollisuus onkin ollut yksi edelläkävijöistä ennakoivan kunnossapidon alueella. [11]

2.2.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta koneen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Tällainen toimenpide on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. Toisen pääryhmän muodostavat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan koneen luotettavuutta. Tarkoituksena on muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, ei niinkään muuttaa suorituskykyä. Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Esimerkiksi jos vanhentuneella paperikoneella ei pystytä valmistamaan kilpailukykyisesti uutta paperilajia, mutta koneella on vielä elinaikaa jäljellä, on usein järkevämpää uudistaa vanha kone kuin romuttaa se ja ostaa uusi tilalle. Tämä tilanne esiintyy yhä useammin, kun koneen elinjakso on pidempi kuin sen valmistamien tuotteiden elinkaaret; vanhalla koneella ei enää pystytä kilpailukykyisesti valmistamaan sellaisia tuotteita kuin mitä markkinat haluaisivat. [5]

2.3 Kunnossapidon kustannukset

Kunnossapito tukee ja parantaa tuotantoa, mutta on vaikea määritellä sen taloudellista merkitystä. Teollisuudessa asiaa tarkastellaan usein puutekustannuksen tai tuotannon menetyksen kautta. Kunnossapito on yksi teollisuusyritysten suurimpia kustannusten aiheuttajia.

Kunnossapitokustannuksia on vaikea kontrolloida, eikä kunnossapidon vaikutusta voida arvioida yrityksen tulokseen suoraan. Tämän takia kunnossapitäjien pitäisi itse pystyä laatimaan pitävät suunnitelmat ja budjetit, sekä seurattava niitä tuottojen suhteen. Nyky-

ään yrityksissä pyritäänkin panostamaan siihen, että kunnossapito pysyy hallinnassa ja kustannukset kontrollissa.

Teollisuudessa kunnossapitokustannukset jakautuvat kolmeen selkeään osaan: oma työ, materiaalit ja ostetut palvelut. Oma työ sisältää muun muassa palkat, koneet ja työkalut. Materiaalit kattavat varaosat, aineet ja tarvikkeet. Osa kunnossapitotöistä ostetaan alihankintatöinä, eli palveluina. Palveluiden ostaminen on viimeaikoina lisääntynyt selvästi. Varsinkin ydintoiminnan ulkopuolella olevien toimintojen ulkoistaminen on lisääntynyt säännöllisesti.

Kunnossapitolajeittain kustannukset jakautuvat myös kolmeen osaan: häiriökorjauksiin, ehkäisevään kunnossapitoon, sekä parantavaan ja muuhun suunniteltuun kunnossapitoon. Olisi tärkeää on löytää sopiva ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon suhde, jotta kunnossapidon kustannukset saataisi optimoitua. Optimaalisen huoltosuhteen saavuttaminen on haasteellista, mutta kunnossapitoa analysoimalla ja vertailemalla tunnuslukuja se voidaan saavuttaa.

[12]

3 ULKOISTETTU KUNNOSSAPITO

3.1 Omistajuus ja organisointi kunnossapidossa

Kunnossapito voidaan jakaa omistussuhteisiin perustuen karkeasti kolmeen erilaiseen toimintatapaan:

- yrityksen oma kunnossapito
- yhteistoiminta ulkopuolisen organisaation kanssa
- kokonaan ulkopuolinen palveluyritys.

Kunnossapitoon liittyy yleensä paljon verkostoitunutta toimintaa, eikä yksi toimija yleensä hoida kaikkea laitokseen liittyvää kunnossapitotoimintaa. [13]

3.2 Ulkoistetun kunnossapidon tarkoitus ja tavoitteet

Kunnossapidon ulkoistaminen on yksi yleistynyt liiketoiminnan rakennemuutoksen muoto, jossa kunnossapitotoimet siirretään omalta yritykseltä toisen yrityksen hoidettavaksi. Kun kustannusseuranta on nykyään tiiviimpää, pyrkivät yritykset keskittymään omaan ydinliiketoimintaansa. Tämän takia yritykset usein ulkoistavat kunnossapidon ulkopuoliselle palveluntarjoajalle, joka on erikoistunut toimittamaan kunnossapitopalveluita. Ulkoistettu kunnossapito nähdään kilpailukykyä parantavana tekijänä. Joillakin yrityksillä kunnossapidon ulkoistamisen syynä voi olla myös oman kapasiteetin riittämättömyys. Ulkoistetun kunnossapidon tavoitteena on yleensä toiminnan tehostamisen lisäksi myös kunnossapidon kehittäminen. Ulkoistetun kunnossapidon avulla haetaan joustavuutta, uutta ammattiosaamista ja verkostoitumista sekä nopeaa reagointia. Varsinkin äkillistä suurempaa kunnossapitoa tarvittaessa ulkoistettu toimija pystyy paremmin reagoimaan nopeaan työvoiman tarpeeseen. [13]

3.3 Palvelusopimus ja vastuut

Ulkoistettu kunnossapito perustuu yleensä palvelusopimukseen, jossa asiakasyritys ja ulkoistettu kunnossapitopalveluja tarjoava yritys sopivat kunnossapidon eri osa-alueiden vastuut ja tavoitteet. Palvelusopimuksessa määriteltäviä asioita ovat toimintamallit, työturvallisuus ja tapaturmien hoito, yhteiset tavoitteet sekä tunnusluvut. Lisäksi on otettava huomioon toimintaympäristö ja sen erityisvaatimukset kunnossapitotoiminnalle. Kunnossapidon kokonaisuuden sisältö ja vastuut käsitellään, sekä kunnossapidon hinnoittelu määritellään tarkasti palvelusopimuksessa. [13]

3.4 Ulkoistetun kunnossapidon edut ja haasteet

Ulkoistettuun kunnossapitoon liittyy niin etuja kuin haasteitakin. Koska kunnossapito on ulkoistetun kunnossapidon palvelutarjoajan ydinliiketoimintaa, pystyy se tarjoamaan asiakkaalleen ammattitaitoista kunnossapitoa ja sen johtamista. Toimittajalta löytyy myös erikoisosaamista nykyaikaiseen kunnossapitoon, ja se pystyy tarjoamaan joustavaa toimintaa suuren henkilöstönsä turvin esimerkiksi suuriin huoltoseisokkeihin.

Ulkoistuksen myötä uusi muuttunut toimintatapa voi aiheuttaa odottamattomia haasteita. Yhteisten tavoitteiden määrittely saattaa olla hyvinkin haastavaa, sillä eri osapuolten tavoitteet eivät aina kohtaa toisiaan. Kahden eri organisaation yhteistoiminta voi alkuvaiheessa aiheuttaa hämmennystä, mikäli vastuurajoja ei tiedetä tarkasti. Uudelle toimijalle toimintaympäristön ja tietyn laitteen ominaisuuksien tuntemuksen puute voi aiheuttaa ongelmia työn edistymiselle. On myös tärkeää tietää toimintatavat ja toimintaympäristön erikoispiirteet, jotta työturvallisuus voidaan taata. Myös yritysten yhteisvastuut eri asioissa lisääntyvät, jolloin kunnossapidon johtaminen asettaa omia haasteita. Kommunikaatio ja vuorovaikutustaidot ovatkin todella tärkeitä, koska toimintaa suoritetaan oman organisaation rajojen ulkopuolelle. Varsinkin töiden hallinnassa korostuu johtamisen osaaminen ja yhteistyön valtava merkitys. Hallinnasta ei saa tehdä liian monimutkaista, jottei itse työn tekeminen kärsi tiedon vaihdon ja yhteistyön lisääntymisestä. Tavoitteista on saatava aikaan selkeä yhteinen ymmärrys ja päämäärä, minkä takia palvelusopimusten täytyy olla yksiselitteisiä, jotta väärinkäsityksiltä välttyttäisiin. [13]

4 RISKIANALYYSIMENETELMIÄ

Kaikkeen toimintaan ja jokapäiväiseen elämään liittyy erilaisia epävarmuustekijöitä, jotka johtavat merkitykseltään erilaisiin riskeihin. Riskin suuruus muodostuu ja arvioidaan tapahtuman todennäköisyyden ja sen aiheuttaman seurauksen perusteella. Riski voidaan tiedostaa tai se voi olla läsnä tiedostamattomana. Riskeihin varautumisen katsotaan yleisesti olevan järkevää, jos sillä voidaan saavuttaa yksilön ja yhteisön turvallista toimintaa edesauttavia hyötyjä. Usein riskeihin halutaan varautua myös taloudellisista syistä.

Toimintaympäristössä esiintyvään epävarmuuteen ja riskeihin voidaan varautua etukäteen riskienhallinnan keinoin. Riskienhallinta on systemaattinen menetelmä jokapäiväisten riskien tunnistamiseen ja niiden kanssa toimimiseen. Riskienhallinta koostuu useasta vaiheesta, joiden tarkoituksena on tunnistaa, arvioida ja pienentää eri tilanteisiin liittyviä riskejä. Vastatakseen nopeasti toimintaympäristön muuttuviin riskeihin riskienhallinnan tulee toimia jatkuvana prosessina, joka kehittyy ja seuraa toimintaympäristön muutoksia. [14]

4.1 Perinteinen riskianalyysi

Perinteinen riskianalyysi muodostuu kahdesta eri vaiheesta, joista ensimmäinen vaihe on uhkien tunnistaminen. Toinen vaihe, riskien suuruuden arviointi, käsittää tyypillisesti arviot uhkaavan menetyksen suuruudesta ja uhkan todennäköisyydestä. [15]

4.1.1 Uhkien tunnistaminen

Riskin käsitteeseen liittyy jokin epäedullinen tapahtuma, joka saattaa tapahtua. Tällaisten mahdollisten tapahtumien luettelon laatimista kutsutaan uhkien tunnistamiseksi. Tietoturva-uhkien tapauksessa luettelon laatimisessa on syytä olla mukana yrityksestä

ainakin tietojärjestelmän, suojattavan tiedon ja yritysturvallisuuden vastuuhenkilöt tai asiantuntijat.

Uhat on eriteltävä tarkoituksenmukaisella tasolla. Hyvin laveasti määritellyt uhat (”tietoturva vaarantuu”) ovat analyysissä sellaisenaan varsin hyödyttömiä, samoin kuin niin tiukasti kaikkien parametriensa puolesta rajatut, ettei niitä voi soveltaa kuin yhteen uhan toteutumaan. Alkeellisimmillaan uhkien tunnistamiseen ei käytetä mitään järjestelmällistä menetelmää, vaan tehtävään osallistuvat pohtivat uhkia täysin vapaasti. Ainakin mukaan luetteloon tulee ottaa jo aiemmin toteutuneiksi tiedetyt uhat. Tätä varten on organisaatiossa syytä olla dokumentoituna toteutuneet riskit.

Merkittävänä ongelmana on epävarmuus epäjärjestelmällisesti laaditun uhkien luettelon täydellisyydestä. Muut vaatimukset, kuten oikeellisuus ja täsmällisyys, tai vaikkapa todennettavuus ja keskinäinen ristiriidattomuus, lienevät helpommin saavutettavissa. Toimialalle soveltuvan tarkistuslistan käyttö voi auttaa laatimaan kattavamman uhkaluettelon. Tarkistuslistat ovat helppoja käyttää ja ne voivat auttaa havaitsemaan kokonaan huomaamatta jääneitä uhkia. Ne voivat myös antaa virikkeitä oman mielikuvituksen käytölle.

Tarkistuslistoilla on myös ongelmia. Riskianalyysin kohteelle ei välttämättä ole olemassa hyvin soveltuvaa tarkistuslistaa. Toisaalta sopivassakaan tarkistuslistassa ei ole voitu ottaa huomioon tapauskohtaisia uhkia. Tarkistuslistan käytön kokemattomalle henkilölle mahdollisesti tuottama mielikuva suoritettavan analyysin perusteellisuudesta voi olla erheellinen.

Riskianalyysiä ei voi korvata pelkällä tarkistuslistan läpikäymisellä, koska se ei tuota tietoa riskien suuruuksista. Kattavan uhkaluettelon laatimista auttaa myös tehtävän jakaminen osatehtäviin tai eri näkökulmiin, joita kutakin mietitään erikseen. Erään luontevan jaon muodostaa suojattavien kohteiden luettelo. Toisaalta uhat voidaan luokitella tahallisesti aiheutettuihin, tahattomiin ja luonnonilmiöiden aiheuttamiin. [15]

4.1.2 Menetyksen suuruuden arviointi

Riskin suuruudella tarkoitetaan yleensä menetyksen suuruuden odotusarvoa. Tämän määrittämiseksi tulee siis selvittää kunkin uhan todennäköisyys ja menetyksen suuruus uhan toteutuessa. Jotta riskejä voisi verrata keskenään, tarvitaan yhteinen mittayksikkö menetyksille. Raha on määritelmänsä mukaan tällainen yleinen arvon mitta. Menetyksen arvon ei kuitenkaan aina tarvitse olla tarkka, vaan suuruusluokka riittää varsinkin silloin, jos riskit ovat enimmäkseen aivan eri suuruusluokkaa keskenään.

Kaikille menetyksille ei ole helppoa määrittää rahallista arvoa. Voi olla vaikeaa arvioida esimerkiksi menetetyn maineen tai kilpailijalle vuotaneen tiedon aiheuttamaa rahallista menetystä. Menetys voi olla myös yhdistelmä tällaisia immateriaalisia menetyksiä sekä välittömiä rahallisia menetyksiä (menot) ja välillisiä rahallisia menetyksiä. Menetyksen arvon määrittäminen rahana voidaan joissain tapauksissa kokea suorastaan vastenmielisenä. Tuntuu esimerkiksi irvokkaalta mitata ihmishengen menetystä rahassa, siitäkin huolimatta, että kuoleman riskin pienentämiseen käytettävät kustannukset ovat yhteiskunnassa jatkuvasti arvioinnin kohteena. Jos rahaa ei haluta käyttää menetyksen mittayksikkönä, yhtenä vaihtoehtona on nimeämättömän numeerisen arvoa ilmaisevan suureen käyttö.

Kaikkia riskianalyysimenetelmiä, joissa määritetään riskin suuruudelle jokin numeerinen arvo, kutsutaan kvantitatiivisiksi. Kvalitatiivisissa riskianalyysimenetelmissä puolestaan menetyksen suuruutta riittää kuvata sanallisesti. Kuvaus on tavallisesti jokin järjestävä luokittelu, esimerkiksi vähäinen – kohtalainen – huomattava. Tällainen menetysten luokittelu on helpompaa kuin numeeristen arvojen määrittäminen ja saavutettava tarkkuus voi olla joihinkin tarkoituksiin riittävä. Käytettävien luokkien merkityksestä tulee kuitenkin vallita yksimielisyys riskianalyysin laatimiseen osallistuvien kesken sekä riskianalyysin laatijoiden ja sen tulosten käyttäjien välillä. [15]

4.1.3 Uhan todennäköisyyden arviointi

Riskin suuruuden määrittämiseksi tulee menetyksen suuruuden lisäksi tietää uhan todennäköisyys. Tämä voi olla todennäköisyys uhan toteutumiselle kussakin määritellyssä tilanteessa, mutta hyvin usein käsitellään todennäköisyyttä uhan toteutumiselle aikayk-

sikössä. Määrittelyssä voidaan käyttää myös luotettavuustekniikassa tavanomaista suuurretta, vikojen lukumäärää aikayksikössä, tai sen käänteislukua, keskimääräistä vikaväliä. Uhan todennäköisyys saatetaan tuntea tilastotietojen perusteella. Nämä tilastot saattavat olla joko riskianalyysia laativan organisaation omia, tai julkaistuja. Omien tilastojen olemassaolon edellytys on luonnollisesti, että organisaatiossa uhkien toteutumiset dokumentoidaan järjestelmällisesti. Tilastojen soveltuvuutta tulee kuitenkin arvioida kriittisesti. Tarkastelun kohteena olevat olosuhteet eivät välttämättä ole samat kuin tilastoon otettujen tapausten kohdalla, eikä tilaston olosuhteita välttämättä ole dokumentoitu riittävän tarkasti.

Usein käytettävissä ei ole sopivaa tilastotietoa uhan toteutumistiheydestä. Ääritapauksessa voi arvioinnin kohteena olla tapahtuma, jota ei tiedetä ikinä tapahtuneen, mutta joka on selvästi mahdollinen. Todennäköisyyden frekvenssitulkinnan sijaan joudutaan siksi usein käyttämään subjektiivista todennäköisyyttä. Tämä tarkoittaa, että todennäköisyytenä käytettävä arvo mittaa arvioijan uskomuksen astetta kyseessä olevan tapahtuman toteutumiseen. Edes asiantuntijoiden subjektiivisia arvioita ei kuitenkaan voi pitää täysin luotettavina.

Jos tyydytään kvalitatiiviseen riskianalyysiin, riittää uhkien todennäköisyyksien jaottelu sanallisesti kuvattuihin luokkiin, kuten edellä menetysten suuruuksienkin kohdalla. Siinä missä kvantitatiivinen riskianalyysi antaa riskin suuruutena menetyksen odotusarvon, siis skalaarisen arvon jossain yksikössä, liittyy kvalitatiivisessa riskianalyysissä kuhunkin uhkaan pari: menetyksen suuruus ja todennäköisyys.

Kvalitatiivisen parin vertailu riskien merkityksen arviointivaiheessa riskin vähentämisestä aiheutuviin kustannuksiin, siis skalaarisiin rahassa ilmoitettuihin arvoihin, on selvästi mahdotonta. Myöskään riskien vertailu toisiinsa ei yleisessä tapauksessa ole helppoa. Määrittelyksi voidaan sopia tapaukset, joissa vähintään parin toinen alkio on kahdella riskillä sama, tai jollain riskillä parin kumpikin alkio on suurempi kuin toisella.

[15]

4.2 Vikapuuanalyysi (FTA)

Vikapuuanalyysi (engl. Fault Tree Analysis, FTA) on ylhäältä alas –tyyppinen, eli deduktiivinen menetelmä. Siinä pohdinta alkaa lopputuloksista, vioista joita järjestelmän toiminnassa voi esiintyä. Näistä edetään syy–seuraus-ketjussa taaksepäin kohti vian mahdollisesti aiheuttaneita syitä. Lähestymistavan perusteella vikapuut soveltuvat tapauksiin, joissa järjestelmän vikatoimintojen joukko on tunnettu paremmin kuin sen osien vikaantumistavat, tai halutaan nimenomaan analysoida tiettyjä koko järjestelmän vikoja, esimerkiksi vain nimetyt tietoturvauhat. Vikapuuanalyysi mahdollistaa myös analyysin ulottamisen vain haluttuun syvyyteen saakka työmäärän rajaamiseksi.

Ensimmäinen tehtävä on laatia lista järjestelmän vioista eli niin kutsutuista huipputapahtumista. Tähän uhkien tunnistamisvaiheeseen menetelmä ei tarjoa mitään järjestelmällistä keinoa. Alustavassa vaara-analyysissä pyritään mieluiten jo suunnittelutyön varhaisessa vaiheessa tunnistamaan vaaratilanteet, joita suunniteltava järjestelmä voi käyttöön tullessaan aiheuttaa itselleen, käyttäjilleen tai ympäristölleen. Kukin huipputapahtuma on seuraavassa vaiheessa oman puunsa juurisolmuna. Kussakin puussa eritellään aluksi, minkä ehtojen voimassa ollessa kyseinen vika voi esiintyä. Ehdot muodostavat puun seuraavan tason ja niitä yhdistää yleensä ja- tai tai-operaattori, tai harvemmin jokin muu looginen operaattori. Näiden ehtojen ehdot puolestaan muodostavat puun seuraavan tason ja niin edelleen. Puuta jatketaan, kunnes lehtitason solmuina on sellaisia syitä, joiden todennäköisyys on helppo määrittää. Näitä kutsutaan perustapahtumiksi.

Kun puu on saatu piirrettyä, sitä tulee sieventää logiikan laskusäännöillä. Tavoitteena on ainakin poistaa puusta syyt, jotka ovat kokonaan sievennettävissä pois. Jäljelle jääviä syitä, jotka ovat siis aidosti huipputapahtuman ehtoja, kutsutaan perimmäisiksi syiksi. Sievennetyn puun lehtisolmuihin liitetään niitä vastaavat todennäköisyydet. Näistä lähtien on mahdollista laskea huipputapahtuman todennäköisyys käyttäen todennäköisyyslaskennan laskusääntöjä loogisille lausekkeille.

Vikapuuanalyysi vaikuttaa ensi katsomalta aukottoman varmatoimiselta riskianalyysimenetelmältä. Sen tuottamien tulosten tarkkuutta rajoittavat tietysti lehtitason todennäköisyyksien epätarkkuudet. Toisaalta voidaan tehdä herkkyysanalyysi kunkin lehtitason solmun vaikutuksesta huipputapahtumaan. Tällöin ei huipputapahtumalle lasketun to-

dennäköisyyden epätarkkuus ole suoraan ongelma. Toisaalta lehtitason todennäköisyyksien välillä saattaa olla riippuvuuksia, jotka ovat loogisilla lausekkeilla ilmaistavia monimutkaisempia. Myös tämä rajoittaa vikapuun tulosten luotettavuutta. [15]

4.3 Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA) ja vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi (VVKA) ovat systemaattisia toimintavarmuuden tarkastelun menetelmiä, joilla pyritään tunnistamaan ja analysoimaan tapahtumia, jotka tapahtuessaan voivat johtaa kriittisyydeltään erilaisiin seurauksiin. Analyysissä keskitytään tarkastelemaan järjestelmän kaikkia mahdollisia vikaantumistapoja, eli vikamuotoja ja niiden aiheuttamia vaikutuksia eri järjestelmä-tasolle. Analyysi tähtää ensisijaisesti löytämään ratkaisuja kriittisten tunnistettujen vikamuotojen riskien pienentämiseksi tai havaitsemisen edistämiseksi.

Menetelmä soveltuu käytettäväksi eri vaiheissa järjestelmän elinkaarta, aina läpi koko suunnitteluvaiheen toiminnan tarkasteluista, käytönaikaiseen toiminnan kehittämiseen. Tyypillisiä menetelmän avulla tutkittavia sovelluskohteita ovat erilaiset tekniikkaa sisältävät järjestelmät, sekä ohjelmistot ja inhimilliset tekijät.

Usein puhuttaessa vika- ja vaikutusanalyysistä sisällytetään siihen myös jonkin muotoisen vikamuotojen kriittisyyden arviointi, jolloin varsinaisesti puhutaan vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysistä. Nämä kaksi analyysia ovat siten yleisesti ymmärrettävissä vika- ja vaikutusanalyysinä (engl. Failure Mode and Effects Analysis ,FMEA).

Vika- ja vaikutusanalyysiiä voidaan hyödyntää mm:

- Valitsemaan varhaisissa suunnitteluvaiheissa suunnitteluvaihtoehdot, joilla on korkea luotettavuus ja korkeat turvallisuusominaisuudet
- Varmistamaan, että kaikki mahdolliset vikaantumistavat ja niiden vaikutukset huomioidaan järjestelmän häiriöttömän toiminnan takaamiseksi
- Järjestelmän mahdollisten vikaantumistapojen tunnistamiseen ja niiden vaikutusten kriittisyyksien arvioimiseen
- Tuote/prosessi puutteiden tunnistamisessa

- Henkilöstön/organisaation hiljaisen tiedon kokoamisessa
- Testauksen suunnittelun ja testivälineiden vaatimusten kehittämisessä
- Pohjatiedon tarjoamisessa kunnossapidon suunnittelulle
- Pohjatiedon tarjoamisessa kvantitatiiviselle luotettavuus- ja käyttövarmuusanalyysille
- Havainnollistamaan järjestelmän vikaantumisen syy-seuraussuhteet

Vika- ja vaikutusanalyysissä haetaan vastauksia seuraaviin peruskysymyksiin:

- Mikä voi mennä vikaan?
- Mitkä mekanismit voivat johtaa vikaantumiseen?
- Mikä vaikutus vikaantumisella on?
- Miten todennäköinen vika on?
- Mitkä ovat vian seuraukset?
- Mitä voidaan tehdä?
- Miten vikojen aiheuttajat voidaan poistaa?
- Miten vian vakavuutta voidaan vähentää?

[16]

4.3.1 FMEA tyypit

FMEA soveltuu käytettäväksi eri vaiheissa järjestelmän elinkaarta. Tyypillisesti analyysi jaetaan suunnittelu-, prosessi- ja järjestelmäanalyysiin riippuen analyysin tarkoituksesta ja sen toteutusajankohdasta.

- Suunnittelu FMEA pyrkii poistamaan vikaantumismahdollisuudet suunnitteluvaiheen ratkaisulla suunnittelun aikana. Suunnitteluvaiheen analyysillä pyritään huomioimaan laitteen koko elinkaaren aikaiset viat.
- Prosessi FMEA tarkastelee laitteen valmistukseen, kunnossapitoon ja käyttöön liittyviä ongelmia.

- Järjestelmä FMEA tutkii suurempien kokonaisuuksien potentiaalisia ongelmia ja pullonkauloja.

[16]

4.3.2 FMEA lähestymistavat

FMEA:n suorittamiseksi on olemassa kaksi lähestymistapaa ns. bottom-up ja top-down lähestymistavat. Molempien perimmäisenä tarkoituksena on ohjata analyysiryhmää luomaan syyseuraussuhteet kuvaavat ketjut, jotka osoittavat kohteen mahdolliset vikaantumisketjut johtaen kriittisyydeltään erilaisiin seurauksiin. Näiden vikaantumisketjujen katkaisemiseksi tai niistä aiheutuvien seurausten vähentämiseksi sekä bottom-up että top-down lähestymistavat pyrkivät löytämään parhaat mahdolliset ratkaisut analyysin lopuksi. [16]

4.3.2.1 Bottom-up FMEA lähestymistapa

Bottom-up FMEA lähestymistavassa kohteen jokainen hierarkian alimman tason osa analysoidaan täsmällisesti. Tässä lähestymistavassa keskitytään määrittelemään osan erilaisten vikamuotojen vaikutuksia järjestelmän toimintaan. Tämän lähestymistavan lopputuloksena saadaan selville miten vikamuoto vaikuttaa paikallisesti itse osaan ja sitä kautta koko kohteen turvalliseen toimintakykyyn.

Seuraavat askeleet muodostavat bottom-up FMEA lähestymistavan:

- a) Valitaan kohteen osa analysoitavaksi
- b) Tunnistetaan osan potentiaaliset vikamuodot
- c) Valitaan vikamuoto arvioitavaksi
- d) Arvioidaan vikamuodolle sen eri kohdetasojille aiheuttamat vaikutukset
- e) Määritetään vikamuodon aiheuttajat. Voidaan ensimmäisessä vaiheessa keskittyä vikamuotoihin, joiden ylimmän kohdetason vaikutus johtaa ei toivottuun seuraukseen kohteessa.
- f) Määritetään vikamuodon havaitsemistavat
- g) Määritetään vikamuodon merkittävyys riskityökaluilla
- h) Toistetaan edelliset vaiheet kaikille kohteen osille ja niiden vikamuodoille

- i) Määritetään kriittisimmille vikamuodoille toimenpiteitä
 - j) Arvioidaan suositeltujen toimenpiteiden vaikutus vikamuodon toteutumiseen ja siitä aiheutuviin seurauksiin
 - k) Päivitetään FMEA-analyysia suunnittelumuutoksissa ja kohteen tietojen karttuessa
- [16]

4.3.2.2 Top-down FMEA lähestymistapa

Top-down FMEA lähestymistapaa käytetään pääsääntöisesti varhaisessa suunnitteluvaiheessa, ennen kuin koko järjestelmärakenne on päätetty tai vaihtoehtoisesti keskittyttäessä olemassa olevan kohteen ongelmakohtiin. Menetelmässä kohteen toimintaa tarkastellaan sen toimintojen kautta. Tarkemmin ollaan kiinnostuneita kohteen toiminnallisista vioista, jotka johtavat lopulta kohteen jonkin toiminnon puuttumiseen. Toiminnalliset viat ovat aina seurausta jostain pienemmästä tapahtumasta, eli tässä tapauksessa vikamuodosta. Tässä lähestymistavassa keskitytään tarkastelemaan vaikutuksia, joita kohteen toiminnallisilla vioilla on ja mitkä vikamuodot aiheuttavat näitä toiminnallisia vikoja.

Seuraavat askeleet muodostavat Top-down FMEA lähestymistavan:

- a) Valitaan toiminto analysoitavaksi
- b) Valitaan toiminnallinen vika arvioitavaksi
- c) Määritellään toiminnallisen vian paikalliset ja ylimmän tason vaikutukset
- d) Jos ylimmän tason vaikutus johtaa ei toivottuun seuraukseen, määrittele laitteen vikamuodot, jotka voivat aiheuttaa toiminnallisen vian
- e) Arvioidaan vikamuoto bottom-up lähestymistavan d) - f) kohtien mukaisesti
- f) Määritellään vikamuodon merkittävyys riskityökaluilla
- g) Toistetaan edelliset vaiheet kaikille toiminnoille ja niiden toiminnallisille vioille
- h) Jatketaan vikamuotojen tarkastelua bottom-up lähestymistavan i) – k) kohtien mukaisesti

[16]

4.4 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

Poikkeamatarkastelu (engl. Hazard and Operability Study, HAZOP) on alkujaan kemian teollisuuden käyttöön kehitetty menetelmä. Poikkeamatarkastelussa, kuten vika- ja vaikutusanalyysissä, järjestelmä jaetaan ensin osajärjestelmiin ja edelleen osiinsa. Kunkin osan kohdalla tarkastellaan kaikkien eri prosessimuuttujien poikkeamia oikeasta arvosta. Tällaisia prosessimuuttujia ovat kemian tekniikassa esimerkiksi lämpötila, paine, virtausmäärä ja koostumus. Menetelmässä kartoitetaan prosessimuuttujan poikkeaman haitallisia vaikutuksia osan, osajärjestelmän ja koko järjestelmän toimintaan. Poikkeamatarkastelu on siis luonteeltaan alhaalta ylös -tyyppinen eli induktiivinen.

Poikkeamia pyritään hahmottamaan seitsemän avainsanan avulla: ”ei” (tai ”ei mitään”), ”enemmän”, ”vähemmän”, ”lisäksi”, ”osittain”, ”päinvastoin”, ”muu kuin”. Esimerkiksi avainsanan ”enemmän” tapauksessa pohditaan, mitä jokin määrällinen lisäys jossakin kohdin järjestelmää voi aiheuttaa järjestelmässä, esimerkiksi oikeaa arvoa suurempi virtaus tai paine. Kunkin poikkeaman osalta ilmoitetaan mahdolliset syyt, jotka voivat johtaa siihen. Sen jälkeen poikkeaman seurauksia järjestelmässä tarkastellaan kunkin syyn osalta erikseen.

Poikkeamatarkastelu soveltuu järjestelmiin, jotka ovat mallinnettavissa komponentteina, joissa esiintyy poikkeamia normaalisuureista. Koko järjestelmää koskevat uhat tullevat kattavasti tunnistettua, kun käydään läpi erilaiset poikkeamat kunkin osan kohdalla ja niiden vaikutukset. Järjestelmän tai osajärjestelmän riskien suuruuksien määrittämiseen osien riskien suuruuksien perusteella menetelmä ei tarjoa juurikaan tukea. [15]

5 SUNILA

Sunila on Stora Enso Oyj:n omistama sulfaattiselvitehdas. Tehdas kuuluu Stora Enso Oyj:n Biomaterials Business-alueeseen ja toimii sen asettamien tavoitteiden mukaisesti. Sunilan tehdas sijaitsee Kotkassa, Kymijoen suulla. Tämä Alvar Aallon suunnittelema tehdas käynnistyi vuonna 1938.

Sunila tuottaa valkaistua havupuusellua, ns. armeeraussellua, puupitoisiin painopapereihin kuten päällystettyyn painopaperiin, SC-paperiin ja sanomalehtipaperiin. Tuotannossa otetaan huomioon markkinoiden ja ympäristön vaatimukset.

1990-luku on ollut Sunilan tehtaalla suurten investointien aikaa. Happivalkaisu, uusi puunkäsittely haketuksineen ja seulontoineen, biologinen jäteveden puhdistamo sekä uusi valkaisimo ovat kaikki osaltaan valmistaneet Sunilaa uudelle aikakaudelle. Tuotantoprosessien kehittäminen Sunila 2000 projektissa painottui kuitulinjalle. Uusi keittämö käynnistyi 1999 ja kuivaus-projektin valmistuttua vuonna 2000, Sunilan tehtaan tuotanto on pelkästään kuivasellua.

Sellun tuotantokapasiteetti on 375 000 t/a ja raaka-aineena käytetään havupuuta. Oheistuotteina valmistetaan ligniiniä, raakatärpättiä ja -mäntyöljyä.

Seuraavissa alaluvuissa käydään hieman läpi tehtaan toimintoja alueittain.

5.1 Puun vastaanotto

Puuraaka-aine tulee tehtaalle auto-, rautatie- tai laivakuljetuksina pyöreänä puuna tai hakkeena. Puun vastaanotosta, mittaamisesta ja pyöreän puun varastoinnista vastaa Stora Enso Metsä.

5.2 Puun käsittely

Mittauksen jälkeen puu viedään kuorintaan tai puulajin mukaan lajiteltuna välivarastoon. Kuusi ja mänty kuoritaan ja haketetaan toisistaan erillään. Kuorintalinjan ensimmäinen laite on sulatuskuljetin, jolta puut menevät kuivakuorintarumpuun. Kuori irttaa rummussa ja se johdetaan repijän ja kuoripuristimen kautta kuorikasalle. Kuorittu puu pestään ja haketetaan. Hake kuljetetaan puulajikohtaisiin varastoihin joko aumakasalle tai siiloihin. Valmiina tuleva ostosahanhake varastoidaan lajeittain omiin siiloihinsa. Hakevarastoista eri hakejakeet puretaan halutussa suhteessa kuljettimelle ja edelleen seulonnan kautta keittämölle. Kuori kuljetetaan omalta kasaltaan kuorikattilalle polttoon. Pääosa hakkeen seulonnassa erotetusta purusta myydään ulos purusellun raaka-aineeksi. Loppuosa seulonnassa erotettavasta purusta sekoitetaan kuoren joukkoon.

Pöllit sulatetaan ja pestään kiertovedellä, joka lämmitetään suorahöyrylämmityksellä. Kiertoveden pH:ta säädetään natronlipeällä. Hiekka ja muut raskaat aineet erotetaan vedestä hiekanerotuskaivossa. Ylijäämä kiertovedestä johdetaan kuorivesiselkeyttiin. Selkeyttimen kirkaste johdetaan jätevedenpuhdistamolle ja puuperäinen liete kuivataan suotonauhapuristimella ja johdetaan kuoren seassa polttoon.

5.3 Kuitulinja

Kuitulinjan muodostavat keittämö, pesemö, lajittamo, happivalkaaisu, valkaaisu, liuostamo, kuivauskoneet ja paalien käsittely.

Keiton tarkoituksena on liuottaa hakkeesta kuituja toisiinsa sitova ligniini. Liukeneminen tapahtuu valkolipeän sisältämien keittokemikaalien ja lämpötilan vaikutuksesta esiimeytystornilla varustetussa jatkuvatoimisessa keittimessä. Keittimen alaosassa syrjäytetään likaantunut keittoliemi paisuntasihtien kautta pesemön suodoslipeällä ja massa johdetaan keittimen paineella puskusäiliöön. Syrjäytetty keittoliemi eli ns. pesulipeä sisältää liuotetun ligniinin sekä pääosan käytetyistä keittokemikaaleista ja se johdetaan paisuntasykloonan ja sieltä edelleen lipeälinjalle kemikaalien ja energian talteenottoa varten. Paisuntasykloonassa lipeän paine pudotetaan keittimen paineesta lähelle ilmanpainetta. Paineen ja lämpötilan laskun myötä lipeästä vapautunut hönkä johdetaan tuo-

rehöyrypasutusjärjestelmään, jossa hönkä lauhdutetaan puhtaalla vedellä. Puhtaan veden kiehumisesta syntyvä höyry johdetaan pasutushöyryksi hakesiiloon ja lauhtumattomat jakeet väkevien hajukaasujen keruuseen. Hakkeen pasutuksen tarkoitus on poistaa puusta ilmaa ja tärpättipitoisia kaasuja. Ilma ja tärpättipitoinen hönkä kaasataan hakesiilosta tärpätin talteenottoon, jossa hönkä lauhdutetaan ja tärpähti erotetaan dekanterissa. Myös tärpätin talteenoton lauhtumaton kaasu johdetaan väkevien hajukaasujen polttoon. Dekanterista poistettava likainen lauhdejae johdetaan haihduttamolle puhdistettavaksi ns. strippaukseen eli vesihöyrytislaukseen.

Pesemöllä jatkuu massan pesu vastavirtasyrjäytyspesuna, jolloin keitossa liuennutta ligniiniä ja käytettyjä keittokemikaaleja saadaan edelleen siirrettyä massasta pesemön suodoksiin ja massan puhtaus happivalkaisun edellyttämälle tasolle. Pesunesteenä käytetään lajittamon saostimien suodosta. Pesty massa laimennetaan ja pumpataan lajitte luun ja suodos käytetään edellä kuvatulla tavalla massan pesuun keittimessä.

Lajittamossa erotetaan karkeat ja keitossa kuituuntumattomat puuainekset (kuten oksat) massasta. Tämä ns. rejekti poltetaan kuorikattilassa. Hyväksytty jae eli ns. aksepti saostetaan ja pumpataan happivalkaisuun.

Happivalkaisussa liuotetaan pääosa vielä keiton jälkeen massaan jääneestä ligniinistä happikaasun ja alkalin vaikutuksesta. Liuennut aines pestään massasta ensin painedifusioorissa ja sitten pesupuristimessa. Pesty massa pumpataan valkaisuun. Painedifusioorin pesunesteenä käytetään pesupuristimen suodosta ja sen suodos johdetaan lajittamon saostimille pesunesteeksi. Pesupuristimella käytetään pesuvetenä puhdasta kuumaa vettä.

Valkaisussa poistetaan pääosa jäännösligniinistä sekä muokataan muita värillisiä aineita värittömään muotoon. Valkaisumenetelmä on kloorikaasuvapaa (ECF) ja kemikaaleina käytetään klooridioksidia, happea ja vetyperoksidia. Laitos mahdollistaa myös kokonaan kloorivapaan (TCF) valkaisuun, jossa käytetään happea, vetyperoksidia ja peretikkahappoa. Hajukaasukattilan pesurilla syntyvää natriumbisulfiittia käytetään pH-säädöissä ja kemikaalijäämien eliminoinnissa.

Liuostamossa valmistetaan valkaisussa käytettävä klooridioksidivesiliuos HPA-prosessilla natriumkloraatista, rikkihaposta ja vetyperoksidista.

Sellu kuivataan kahdella kuivauskoneella ja paalataan. Kuivauskone 4:llä on sylinterikuivain ja kuivauskone 6:lla leijukuivain. Koneiden vesi- ja massakiertojen pH-säädöissä käytetään laimennettua rikkihappoa sekä natronlipeää.

5.4 Selluvarasto

Sellupaalit viedään kuljettimilla katettuun selluvarastoon, josta sellu toimitetaan eteenpäin juna- tai autokuljetuksina. Vientiselluerät varastoidaan laivausta varten erilliseen satamavarastoon.

5.5 Lipeälinja

Lipeälinjan muodostavat haihduttamo, soodakattilat, kaustisointi, meesauunit, mäntyöljykeittäjä, kuorikattila, hajukaasukattila, vastapaineturbiinit ja höyrynjakelu sekä tehdään käyttöhyödykeosastot.

Kemiallisen sellun valmistuksessa käytetään sulfaattimenetelmässä alkalisia natriumyhdisteitä puun sisältämän, sen kuituja yhteensitovan ligniinin liuotukseen. Menetelmän taloudellinen kannattavuus perustuu tehtaan sisäiseen kemikaalikiertoon, jossa korvausmäärien tarve on vähäinen, kun reagoineet yhdisteet palautetaan takaisin aktiiviseen muotoon talteenottolinjan eri prosessivaiheissa.

Haihduttamalla ruskean massan pesusuodos, laihamustalipeä, väkevöidään riittävän korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen, jolloin sitä voidaan polttaa soodakattilassa. Haihdutus tapahtuu vesihöyryllä monivaiheisessa sarjahaihduttamossa, jossa edellisen vaiheen haihde käytetään hyödyksi seuraavassa vaiheessa. Mustalipeästä haihdutettu vesi poistuu haihduttamolta kahtena jakeena, joista likaisempi puhdistetaan puhtaamman jakeen veroiseksi höyrystrippauksella yhdessä kuitulinjan likaislauhteiden kanssa. Höyrystrippauksessa pääosa likaislauhteiden sisältämästä metanolista erotetaan kaasumaisena hajurikkiyhdisteiden kanssa ja johdetaan tehtaan väkevien hajukaasujen käsittelyjärjestel-

mään. Puhdistettu likaislauhde sekä haihduuttamolta suoraan poistuva puhtaampi jae päätyvät erinäisten lämmön talteenottovaiheiden jälkeen jätevesien biologiselle puhdistuslaitokselle.

Sellun valmistuksen kannalta voimalaitoksen tärkeimpiä tehtäviä on pelkistää sellun keitossa hapettunut alkali takaisin aktiiviseen muotoon. Tämä tapahtuu polttamalla väkevöity mustalipeä soodakattilassa, jolloin samalla vapautuu huomattava lämpömäärä keittoliemeen liunneen puuaineksen palaessa. Kattilan tulipesän pohjalla pelkistävässä oloissa keitossa pääosin sulfaatiksi hapettunut rikki pelkistyy sulfidiksi. Kattilan pohjalta natriumsuolasula valuu liuotussäiliöön, jossa se sekoitetaan valkolipeän valmistusosaston pesusuodoksiin, laihavalkolipeään. Näin syntyvä viherlipeä palautetaan valkolipeän valmistusosastolle kaustisoitavaksi.

Mustalipeästä erottuu sopivissa olosuhteissa alhaisemmissa kuiva-ainepitoisuuksissa sellunkeitossa puuhakkeen hartsi- ja rasvahapoista saippuoitunutta suopaa. Suopa palstoitetaan klooridioksidin valmistuksessa sivutuotteena syntyvällä jäterikkihapolla raakamäntyöljyksi, jolloin saippuayhdisteet palautuvat takaisin happomuotoon. Raakamäntyöljy on arvokas sellun valmistuksen oheistuote. Toisaalta jäterikkihapon ja suovan reagoidessa syntyvä suolaliuos, emävesi, on merkittävä korvauskemikaalilähde tehtaan kemikaalikierron tappioiden korvaamiseen, ja se johdetaan mustalipeän sekaan.

Valkolipeän valmistusosastolla soodakattilalaitokselta tulevasta viherlipeästä erotetaan epäpuhtauksia sisältävä sakka, mikä osaltaan estää erilaisten haitta-aineiden ylenmääräisen rikastumisen tehtaan kemikaalikiertoon. Sakka pestään ja kuivataan kemikaalihäviöiden minimoimiseksi, kun taas kirkastettu viherlipeä johdetaan kaustisointiprosessiin, missä viherlipeän annetaan reagoida poltetun kalkin kanssa. Kaustisoinnin alussa poltetu kalkki sammuu soodalipeän vedessä kalsiumhydroksidiksi, joka reagoi varsinaisessa kaustisoinnissa soodalipeän natriumkarbonaatin kanssa niin, että tuloksena syntyy kalkkimaitoa. Kalkkimaidossa on keitossa aktiivista natriumhydroksidia ja kalsiumkarbonaattia. Kalkkimaidon suodatuksessa kalsiumkarbonaatti (meesa) erotetaan keittolipeästä (valkolipeä). Valkolipeäsuodatuksessa erottuva kalsiumkarbonaatti eli meesa pestään, saostetaan ja poltetaan meesauunissa, jolloin siitä syntyy kalsiumoksidia. Edellä mainituissa pesuvaiheissa syntyvä suodos, laihavalkolipeä, käytetään soodakattilalaitoksella sulan liuotukseen.

Meesauunissa pesty ja kuivattu meesa kuivuu edelleen, lämpenee ja lopulta hajoaa poltetuksi kalkiksi. Uunista poistuva kalkki käytetään aina uudelleen viherlipeän kausitisoinnissa, ja tämän kalkkikierron tappiot korvataan tuorekalkilla. Meesan muuttaminen takaisin poltetuksi kalkiksi vaatii lämpöenergiaa, jota vapautuu uunissa polttoaineen palaessa. Uunien pääasiallisena polttoaineena käytetään maakaasua, mutta poikkeustilanteissa on mahdollista käyttää kevyttä polttoöljyä.

Sekä sellun keitossa paisuvasta suodoslipeästä että haihdutuksessa kiehuva mustalipeästä vapautuu vesihöyryn mukana hajurikkijyhdisteitä. Höngän sisältämän veden lauhduessa näiden yhdisteiden pitoisuudet kohoavat korkeiksi, jolloin ne ilman hävittämistä aiheuttaisivat tehtaan ympäristössä huomattavaa hajuhaittaa. Nämä väkevät hajukaasut kerätään ja poltetaan yhdessä likaislauhdestrippauksen höngän kanssa hajukaasujen erillispolttolaitoksella.

Lisähöyryä kehitetään voimakattilassa, jossa poltetaan tehtaan puunkäsittelyssä syntyvä kuori. Samassa yhteydessä hävitetään myös tehtaan biologisella jätevedenpuhdistamolla syntyvä ylijäämäliete jätevesistä erotettuun kuitulietteeseen sekoitettuna ja kuivattuna. Tarvittaessa käytetään lisäksi tuki- ja apupolttoaineita höyrykehityksen varmistamiseen.

Osa korkeapaineisen tuorehöyryn sisältämästä energiasta muutetaan sähköksi höyryturbiiniin kytketyllä generaattorilla, ja jäljelle jäävä osa jaetaan tehdasosastoille prosessilämmöksi. Normaalioloissa tehdas on yliomavarainen sekä sähkön- että lämmönkehityksen suhteen. Ylimääräinen sähkö siirretään valtakunnan kantaverkkoon.

Kaikki tehtaan tuotannossa tarvittava vesi puhdistetaan mekaanisesti ennen jakelua tehdasosastoille. Voimalaitoksella osa tästä vedestä puhdistetaan lisäksi kemiallisesti saostamalla pois veden sisältämät orgaaniset yhdisteet. Kemiallisesti puhdistettua vettä käytetään sellun valkaisun lisäksi höyrykattiloiden lisäveden valmistuksessa, jossa veden sisältämät suolayhdisteet poistetaan. Myös tehdasosastoilta palaava lauhde puhdistetaan. Lisäksi voimalaitoksella valmistetaan tehtaan saniteettitiloissa tarvittava talousvesi. Juoma- ja ruokavesi otetaan tehtaalle kunnallisesta vesijohtoverkostosta.

Tehdasautomaation kenttälaitteissa on lukuisia paineilmakäyttöisiä toimielimiä. Lisäksi tehtaalla on monia muitakin eri kohteita, joissa tarvitaan paineilmaa. Näiden vuoksi voimalaitos valmistaa ja kuivaa tarvittavan paineilmamäärän, josta osa erillisen lisäkuivauksen jälkeen käytetään tehtaan instrumentti-ilmaverkossa.

Väkevien hajukaasujen erillispolttolaitoksen savukaasujen pesuvaiheessa valmistetaan lisäksi natriumbisulfiittiliuosta, jota voidaan käyttää hyödyksi tehtaan eri osastoilla.

Monista tehtaan massa- ja lipeäsäiliöistä keräillään säiliöhöngät laimeina hajukaasuina lauhdutuspesuun, minkä jälkeen ne on mahdollista käyttää soodakattilalaitoksella palamisilmana.

5.6 Laboratorio

Laboratorio suorittaa raaka-aineiden vastaanottoon, prosessin käytönvalvontaan, jätevesien tarkkailuun sekä lopputuotteisiin liittyviä tarkastuksia ja määrittäyksiä. Lisäksi laboratorio tekee jatkuvatoimisten analysaattoreiden seurantaan sekä hoitaa myyntinäytteiden käsittelyn. Lopputuotteen tarkastus ja testaus tapahtuu toiminta- ja työohjeiden mukaisesti.

5.7 Satamatoiminnot

Stora Ensolla on tehdasalueen yhteydessä omistuksessaan ja käytössään satama, jonka kautta otetaan vastaan laivakuljetuksina tuleva puu ja hake sekä laivataan selluvientiasiakkaille. Operaattorina satamassa toimii RP Logistics Oy, joka vastaa myös puuraaka-aine- ja sellukuljetuksista sataman ja tehdasvarastojen välillä.

5.8 Kaatopaikka

Tehdasalueella on oma kaatopaikka. Kaatopaikalle läjitetään Sunilan tehtaan omia prosessijätteitä jakeittain omaan kasaansa lajiteltuina. Kaatopaikan suoto- ja valumavedet kerätään ja pumpataan biologiselle puhdistamolle.

5.9 Sunilan Puhdistamo Oy

Sunilan tehtaan jätevedet käsitellään tehtaan välittömässä yhteydessä olevalla Sunilan Puhdistamo Oy:n biologisella puhdistamolla. Sunilan Puhdistamo Oy:n omistavat Stora Enso (2/3) ja Kotkan kaupunki (1/3). Operaattorina puhdistamolla toimii Sunilan tehdas.

Puhdistusprosessi on aktiivilieteprosessi, jossa mikrobit käyttävät ravinnokseen jäteveden orgaanisia epäpuhtauksia. Ennen puhdistusta jäteveden lämpötila jäähdytetään ja pH säädetään tilanteen mukaan kalkilla tai rikkihapolla biologisen prosessin edellyttämäksi. Tarvittaessa lisätään ravinteeksi ureaa. Prosessin edellyttämä happitaso pidetään yllä ilmastusaltaan pohjaan sijoitetuilla mikrokuplailmestimilla. Mikrobin kuollessa syntyy lietettä, joka poistetaan jälkiselkeytyksessä, tiivistetään ja pumpataan voimalaitokselle kuivaukseen ja polttoon.

5.10 Kunnossapito ja tekninen palvelu

Tehtaan kone-, rakennus-, sähkö- ja automaatiokunnossapito sekä tekninen palvelu (tekninen suunnittelu ja projektipalvelut) on ulkoistettu Empower Oy:lle 1.1.2011. Toimintaa ohjaa osapuolien nimeämä ohjausryhmä. Tehtaan organisaatiossa toimintoja valvoo tehdaspalveluosasto.

6 ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN LAATIMINEN

Työn tavoitteena on luoda Excel'in avulla ennakkohuolto-ohjelma Sunilan sellutehtaan kuitulinjan automaatiolaitteille. Suunnitelmana on muodostaa mahdollisimman kattava ennakkohuolto-ohjelma, joka olisi kuitenkin myös käytännössä toteuttamiskelpoinen. Ennakkohuolto-ohjelman avulla voidaan myös seurata ja dokumentoida ennakkohuoltotöiden suorittamista. Ennakkohuolto-ohjelman laatiminen on monivaiheinen projekti, joka koostuu tietojen keruusta ja lajittelusta, kriittisyysluokittelusta, huoltosuunnitelmien laatimisesta ja siirtotaulukon muodostamisesta. Tietojen lajittelussa lajitteluperusteena on aluehierarkia, johon kuuluvat puunkäsittely, kuitulinja, kuivattamo ja jäteveden käsittely. Kriittisyysluokittelun työkaluna on vika- ja vaikutusanalyysi. Huoltosuunnitelmat muodostetaan tietojenlajittelun ja kriittisyysluokittelun tulosten pohjalta. Lopuksi tehdään siirtotaulukko Excel:llä, jonka avulla ennakkohuolto-ohjelma on syötettävissä tietojärjestelmä SAP:iin.

6.1 Kuitulinjan sähkö- ja automaatiokunnossapito

Sunilan tehtaan kunnossapito on ulkoistettu Empower Oy:lle. Sähkö- ja automaatiokunnossapito on jaettu kahteen alueeseen: kuitulinjaan ja lipeälinjaan. Kummallakin alueella on yksi työnjohtaja, ja he työskentelevät käynnissäpitopäällikön johdolla. Työnjohtajilla on alaisuudessaan asentajatiimit. Kuitulinjan puolella tiimiin kuuluu viisi asentajaa. Asentajien päivittäiseen työskentelyprosessiin kuuluvat aamukierrosten tarkastukset, vianetsinnät ja korjaukset, suunnitellut korjaukset sekä mahdollisuuksien mukaan projektipuolelta tulevat kehitystöiden asennukset. Ennakkohuolto-ohjelma on toteutettava siten, että ennakkohuoltotöiden suorittaminen olisi mahdollista näiden kriittisten töiden ohella. Tämä tuo ennakkohuolto-ohjelman suunnitteluun suuria haasteita.

6.2 Tietojen keruu ja lajittelu

Ennen varsinaisen työn aloittamista on saatava kokonaiskuva kuitulinjan toiminnasta, minkä jälkeen on sitten mahdollista alkaa pilkkoa kokonaisuutta pienempiin osiin. Kuitulinjan prosesseihin tutustumisen ja syventymisen jälkeen on aika aloittaa saatujen tietojen prosessointi. Sunilan tehtaalla kaikki automaatiolaitteet on jaettu automaatiopiireihin, joista jokainen piiri muodostaa jonkin säätö- tai mittauskokonaisuuden. Koska automaatiolaitteiden määrä kuitulinjalla, kuten koko tehtaalla on valtavan suuri, päädyttiin ratkaisuun, että käsitellään ennakkohuoltoprojektia tässä vaiheessa automaatiopiiritasolla. Automaatiopiirejä kuitulinjalla on 1148. Kun tiedot ryhmitellään ja tiivistetään, niitä on helpompi jäsentää. Työtä aloittaessa on SAP:iin jo luotu tehtaan aluehierarkia, joten on loogista tehdä automaatiopiirien lajittelu ja kohdistus SAP:in aluehierarkian mukaisesti. Kuitulinjan aluehierarkia on listattu taulukkoon 1.

Taulukko 1: Kuitulinjan aluehierarkia

PUUNKÄSITTELY
Hakkeen seulonta ja siirto
Hakkeen varastointi
Kuoren käsittely
Puun kuorinta ja haketus
KUITULINJA
Happivalkeaisu ja valkolipeän hapetus
Keittämö
Lajittamo
Liuostamo
Lämminvesijärjestelmä
Pesemö
Valkaisimo
KUIVATTAMO
KK-4
KK-6
Paalaamo

JÄTEVEDEN KÄSITTELY
Etuselkeytin
Sunilan puhdistamo

Edellä mainittu lajittelu on ensimmäinen vaihe tietojenlajittelua. Lajittelua tulee tapahtumaan paljon myös muissa työn vaiheissa, eli voidaan sanoa, että tietojen lajittelu jatkuu läpi koko ennakko-ohjelman rakentamisen ajan.

6.3 Kriittisyysluokittelu

Koska kuitulinjan automaatiopiirien määrä on niin valtava, henkilöstöresurssit eivät riitä jokaisen piirin kattavaan ennakko-ohjelmaan. Tämän takia automaatiopiireille on tehtävä kriittisyysluokittelu, jonka perusteella ennakko-ohjelmaan otetaan kriittisyysjärjestyksessä mukaan mahdollisimman kattava määrä laitteita.

Kriittisyysluokittelua voidaan käyttää järjestelmän toimintojen ja siinä käytettävien laitteiden kriittisyyksien arvioimisessa. Kriittisyysluokittelulla tuotetaan lähtötietoja kunnossapidon, suunnittelun ja hankinnan tarpeisiin. Tyypillisesti kriittisyysluokittelu ohjaa kunnossapitoa, suunnittelua ja hankintaa seuraavin tavoin:

- Luodaan ensisijaisesti kriittisimmille toiminnoille ja laitteille soveltuvat kunnossapito- ja tarkastusohjelmat
- Laitteen varaosien kriittisyyden määrittäminen pohjautuu suoraan laitteen kriittisyyteen
- Tunnistetaan jo suunnitteluvaiheessa kriittisiä toimintoja ja laitteita jatkokehityksen piiriin
- Määritettäessä kriittisen laitteen ominaisuuksia, laatutasoa ja vastaanottokriteerejä hankintavaiheessa

[17]

Koska tämän työn tilaajana toimii kunnossapitoyritys, on tutkimuksen kannalta olennaisinta tehdä kriittisyysluokittelu tukemaan ensisijaisesti juuri kunnossapitoa. Suunnittelun ja hankinnan tarpeita ei niinkään otettu huomioon kriittisyysluokittelun kriteereissä, sillä tutkimuksen ja tilaajayrityksen intresseissä oli nimenomaan huoltotöiden ennakko-suunnittelun toteutus.

Kriittisyysluokittelun aloittamiseksi on ensin valittava näkökulma, jonka mukaan luokitelua aletaan muodostaa. Eri vaihtoehtoja näkökulmiksi ovat esimerkiksi turvallisuus, laitteiden korjauskustannukset, korjausten vaativuus tai tuotannon käynnissäpito, eli käyttövarmuus. Kun näitä näkökulmia vertailtiin yhdessä käyttöhenkilökunnan ja kunnossapidon henkilöstön kanssa, selkeästi suurimpana yhteisenä intressinä pidettiin tuotannon käynnissäpitoa. Asiakasyrityksen puolelta tämä tarkoittaa käytännössä tuotannon maksimointia, koska tuotannon pysähdykset ja merkittävät laatuvirheet pyritään minimoimaan. Kunnossapitoyrityksellekin tämä on tärkein tekijä, koska kunnossapitosopimus on sidoksissa tuotantomäärään. Toinen merkittävä tekijä on se, että tuotannon menetyksistä kunnossapitoyritys joutuu maksamaan sakkoja. Tämän tutkimuksen kriittisyysluokittelun perustaksi valikoitui näin ollen tuotannon käynnissäpito, eli tuotannon maksimointi. Kun näkökulma on valittu, pitää määrittää luokkien lukumäärä ja määritellä, että millä perusteella kukin automaatiopiiri mihinkin luokkaan kuuluu. Työkaluna kriittisyysluokitteluun käytettiin vika- ja vaikutusanalyysia, koska pyrittiin määrittämään, että miten eri piirien vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon.

Vika- ja vaikutusanalyysillä (Failure Modes and Effects Analysis), VVA, analysoidaan kohteiden toimintavarmuutta. Sillä pyritään tunnistamaan viat ennen niiden syntymistä ja arvioimaan niiden vaikutus tuotantoon. Tarkoituksena on luokitella kohteet merkittävimpien vikojen seurauksien perusteella. [18]

Tehtaalla oli jo aikaisemmin tehty kriittisyysluokittelu mekaanisten laitteiden osalta. Mekaaniset laitteet oli luokiteltu neljään kriittisyysluokkaan, joten käytäntöjen yhteneväisyyden kannalta oli järkevää jakaa automaatiopiiritkin neljään luokkaan. Eri kriittisyysluokkien määrittely on aluksi haastavaa, koska luokat tulisi määritellä siten, että automaatiopiirit jakautuisivat edes jollain tavalla järkevästi eri luokkiin. Suunnitelmissa oli, että noin 10 prosenttia laitteista kuuluisi prioriteetti 1- luokkaan, noin 20 prosenttia prioriteetti 2- luokkaan, noin 30 prosenttia prioriteetti 3- luokkaan ja loput prioriteetti 4- luokkaan. Tällainen jakauma olisi riittävä erottelemaan kriittisimmät toiminnot siten, että kokonaisuus olisi kuitenkin tarpeeksi kattava, mutta lukumäärältään hallittavissa oleva ja selkeä. Käyttöhenkilökunnan mestareiden ja kunnossapidon toimihenkilöiden kanssa pidettyjen palaverien avulla kriittisyysluokkien määrittelyt saatiin muodostettua kokonaisuutta palveleviksi. Kriittisyysluokkien määrittelyt on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Kriittisyysluokkien jakoperusteet

KRIITTISYYSLUOKKA	MÄÄRITTELY
1	Sellun valmistuksen välittömästi pysäyttävät laitteet
2	Laitteet, joilla on vaikutus sellun valmistuksen pysähtymiseen alle 8 tuntia kestävä vaurion jälkeen ja laitteet jotka aiheuttavat merkittävän tuotannonmenetyksen, ympäristövahingon tai välittömän laatuvirheen
3	Laitteet, jotka aiheuttavat merkittävän laatuvirheen yli kuusi tuntia kestävä häiriön jälkeen
4	Laitteet, jotka eivät suoraan vaikuta sellun tuotantoon

Lajittelun jälkeen ensimmäiseen luokkaan tuli 13 prosenttia piireistä, toiseen luokkaan 18 prosenttia, kolmanteen luokkaan 26 prosenttia ja neljänteen luokkaan 43 prosenttia, mikä on riittävän lähellä tavoitetta.

6.4 Huoltosuunnitelmien laatiminen

Kun automaatiopiirien kriittisyysluokittelu on saatu tehtyä, saadaan valittua ennakko-huolto-ohjelmaan mukaan tulevat piirit, ja voidaan määrittää kullekin piirille sopiva huoltoväli. Lisäksi on tärkeää myös selvittää mitkä laitteet voidaan huoltaa käynnin aikana ja mitkä laitteet vaativat huoltoseisokin. Käynninaikaisia huoltotöitä voi tehdä ympäri vuoden, kun taas seisokin vaativat työt on sidottava kyseisen vuoden huoltoseisokkiin.

6.4.1 Huoltovälien määrittäminen

Ennakkohuolto-ohjelman laitteiden huoltovälien määrittelyssä käytettiin avuksi käyttöhenkilökunnan mestareiden tietämystä laitteista. Myös kunnossapitohenkilöstön koke-

mukset huoltotöiden suorittamisen osalta otettiin määrittelyssä huomioon. Huoltovälien mitoituksessa on otettava huomioon myös huollettavien laitteiden määrät eri luokissa, jotta huoltosuunnitelma olisi toteutettavissa myös käytännössä. Huoltovälit eri prioriteetin piireille on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Huoltovälien määräytyminen kriittisyysluokittain

KRIITTISYYSLUOKKA	HUOLTOVÄLI
Prioriteetti 1	Huolletaan ja tarkastetaan vähintään kerran 2 vuodessa/jokatoisessa seisokissa. Keittämön laitteet huolletaan vähintään kerran vuodessa/jokaisessa seisokissa
Prioriteetti 2	Huolletaan ja tarkastetaan vähintään kerran neljässä vuodessa
Prioriteetti 3	Huolletaan ja tarkastetaan vikaantuessa, tai vähintään kerran kuudessa vuodessa
Prioriteetti 4	Huolletaan ja tarkastetaan vain vikaantuessa

Kuten määrittelyistä huomataan, tässä vaiheessa tehtiin päätös, jossa prioriteetin 4 laitteet jätetään varsinaisen ennakkohuolto-ohjelman ulkopuolelle, jotta kokonaisuus olisi paremmin hallittavissa. Näille laitteille ei tehdä erillistä huoltosuunnitelmaa, vaan niitä huolletaan ja tarkistetaan vain jos ne vikaantuu, tai epäillään niiden vikaantuneen. Keittämön osalta puolestaan päätettiin tihentää prioriteetin 1 laitteiden huoltoväliä, koska keittämö on kuitulinjan tärkein laitos. Lisäksi keittämö on yksilinjainen, eli jos sellun keitto keittämöllä pysähtyy, se ei ole ohitettavissa, vaan tuotanto pysähtyy.

6.4.2 Huoltotöiden määrittäminen

Huoltosuunnitelmien määrittämisen edellytys on, että automaatiopiirit on priorisoitu ja jaoteltu käynninaikaisiin ja seisokin vaativiin. Näiden toimenpiteiden tulosten pohjalta voidaan alkaa rakentamaan huoltosuunnitelmia. Ensimmäisenä on selvítettävä mitä laitteita kuhunkin automaatiopiiriin kuuluu, ja määriteltävä laitteille huoltotyöt. Laitetiedot saatiin suurimmaksi osaksi vanhasta Arttu-järjestelmästä. Kaikkia piirejä ja laitteita siel-

tä ei kuitenkaan löytynyt, vaan puuttuvat laitetiedot täytyi kerätä kentältä automaatiopii-
rejä etsien ja laitteiden kilpiä tutkien. Samalla saatiin siis laite- ja piiriluettelot ajantasal-
le, mikä auttaa paljon myös kaikkia osapuolia. Laitteille määritettiin huoltotöitä, joista
tulee ennakkohuoltoilmoitus SAP tuotannonohjausjärjestelmään. Jokaiselle piirille ge-
neroidaan ilmoitus vain niistä huoltotöistä, joita kyseisen piirin laitteet vaativat. Nämä
työt vaativat aina työn avaamisen ohjelmassa kun työtä aletaan suorittaa. Työn suorituk-
sen jälkeen ilmoitus tulee sulkea. Näiden toimenpiteiden avulla on myöhemmin helppo
seurata ennakkohuoltotöiden historiatietoja, ja nähdään mitä töitä on tekemättä, kesken
tai tehtynä. Eri huoltotyöt on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4: Huoltotyöt

HUOLTOTYÖT	TOIMENPITEET
LÄHETTIMEN HUOLTO	puhdistus, viritys, rotametrien puhdistus, puhallus, sulje turvakytin virityksen jäl- keen (lukituksissa oleva hart- lähetin), tarkista vikatilän moodi-siltaus
LAITTEEN TARKASTUS	tarkastetaan, että piirin laitteet toimivat asianmukaisesti
VENTTIILIN TARKASTUS	puhdistus, tiiveys tarkastus, koestus säh- köisesti
TOIMILAITTEEN TARKASTUS	puhdistus, tiiveyskoe, viritys
ASENNOITTIMEN TARKASTUS	puhdistus, viritys, vuotojen tarkastus
MUUNTIMEN HUOLTO	puhdistus, viritys, tarkista < 3mA:n luki- tus
VAHVISTIMEN TARKASTUS	viritys, nollaus, puhdistus
RADIOAKTIIVISEN VAHVISTIMEN TARKASTUS	viritys, nollaus, lukon herkistys, voitelu
JOHTOKYKY-/pH-ANTURIEN HUOL- TO	puhdistus, kunnon tarkastus, tarkastus puskurilla
LÄMPÖTILA-ANTURIT	tarkastus
PAINEKYTKIMET	tarkastus
MANKKUPUTKEN VAIHTO	Määrämittarin anturiin saostuu johtava kerros, aiheuttaen mittauksen pimenemi-

	sen, vaihdetaan anturi joka seisakissa ja saostunut liuotetaan puhtaaksi happo-vesiliuoksella
YHTEEN AUKAISU	avataan yhde
MAGNEETTIVENTTIILIN TARKASTUS	vuotojen tarkastus, toiminnan tarkastus
RAJAKYTKINTEN TARKASTUS	puhdistus, toiminnan tarkastus
HÄLYTTIMEN TARKASTUS	vilkun/äänen koestus
ROTAMETRIEN HUOLTO	puhdistus, viritys, hälytyksen koestus
PINTA-/LÄMPÖTILAKYTKIMIEN HUOLTO	puhdistus, toiminnan tarkastus
KÄSIASEMAN HUOLTO	puhdistus, viritys
OSOITINKOJEEN HUOLTO	puhdistus, viritys
JAKOKOTELOIDEN HUOLTO	puhdistus, riviliittimien kiristys, suotimien puhdistus tai vaihto, paineiden tarkastus
NÄYTTEENOTTIMEN HUOLTO	puhdistus, toiminnan tarkastus
VIRTAUSVARTIJAN HUOLTO	puhdistus, toiminnan koestus

Näiden huoltotöiden lisäksi ennakkohuolto-ohjelmaan päätettiin liittää myös jo aiemmin käytössä olleet päivittäiset, viikoittaiset ja kuukausittaiset huolto- ja tarkastustyöt, jotta niidenkin suorittaminen olisi dokumentoituna. Näitä työt on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5: Päivittäiset, viikoittaiset ja kuukausittaiset huolto- ja tarkastustyöt

HUOLTOTYÖT
Hihnavaakojen nollapisteen tarkistus erillisen työohjeen mukaisesti
Diagnostiikka- ja monitorihälytysten tarkastus
Järjestelmän laitetuulettimien tarkastus, sekä tarvittaessa vaihto
Järjestelmien laitetuulettimien suodattimien vaihto
pH-mittauksen näytteen virtauksen tarkastus, sekä silmämääräinen tarkastus
pH-anturin hapotus 5% suolahapolla, sekä puskurointi 4 ja 9 pH:n puskuriliuoksella
Johtokykymittauksen näytteen virtauksen tarkastus, sekä silmämääräinen tarkastus

Johtokykymittauksen hapotus 5% suolahapolla
Pursevesirotametrien virtauksen tarkastus, tarvittaessa puhallus
Höyrymäärämittarin impulssiputkien puhallus
Maakaasuhälyttimien tarkastus näytekaasulla
Rikkivetyhälyttimien tarkastus näytekaasulla
Tärpätihälyttimen tarkastus näytekaasulla
Kytkimen toiminnan tarkastus
pH-mittarin tarkastus vertailumittarin avulla, tarkastetaan vertailumittari 4 ja 9 pH:n puskuriliuoksilla ennen kierroksen alkua
Kappa-analysaattorin kuukausittainen tarkastus. Analyysin aikana suoritetaan silmämääräiset tarkistukset valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi suoritetaan vesisuodattimen pesu
Kappa-analysaattorin puolivuositarkastus. Analysaattori pysäytettynä suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaiset huolto- ja tarkistustoimenpiteet. Lisäksi ajetaan analogiatesti ja kirjataan detektorien arvot ylös
D0 näytteenottimen näytekupin puhdistus
Cl ₂ -kaasuhälyttimen tarkastus Cl ₂ -liuoksella
H ₂ S kaasuhälyttimen tarkastus näytekaasulla
Jäännöspetroksidimittauksen tarkastus, lisäaineen määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys sekä näyttämän järkevyyden tarkastus
O ₂ -ilmaisimen tarkastus näytekaasulla 9% ja ilmalla 20,8%, huom. 10 min odotus ennen luotettavaa näyttämää
CLO ₂ -analysaattorin viikottainen tarkastus, näyttämän järveys. Referenssilukeman saavuttaessa tason 0,35, optisen anturin ja lähettimen ikkunan puhdistus valmistajan ohjeiden mukaan
Cormec-i vaaleusanturin irrotus ja puhdistus. Tarkista asennuksen tiiviys linssin puhdistus HCL-liuoksella, tarkista linssin kunto
Polarox-fi kemikaalijäännösanturin irrotus ja mittapään ja asennuksen tiiveyden tarkistus, elektrodien syöpyminen ja ohmimittaukset, vaihto tarvittaessa valmistajan ohjeiden mukaan
Polarox-fi jäännösmittauksen kuukausittainen tarkastus, magneettisekoittimen tarkistus, mahdolliset tukokset
Polarox-fi jäännösmittauksen tarkastus vuosittain, mittauskammion elektrodien

ja johtokykyanturin tarkastus, toimenpiteet valmistajan ohjeiden mukaan
Titraattorin tarkastus kahdesti vuodessa, mikropumppujen annostuksen tarkistus, pyrettien kierteiden voitelu, mittausvahvistimen viritys, pyrettien O-renkaiden, letkuvuotojen sekä huuhteluveden kalvopumpun tarkistus
Kappa-analysaattorin tarkastus päivittäin, varmistetaan pesuaineen riittävyys, tarkistetaan diagnostiikkasivuilta mahdolliset vikailmoitukset. Seurataan näytteen mittaus normaalin toiminnan varmistamiseksi
Johtokykymittauksen tarkistus, puhdistetaan anturi ja tarkistetaan 0-näyttö anturin ollessa ilmassa
Jäännöspieroksidianalysaattorin sekoitussylinterin vaihto ja mittauskammion puhdistus valmistajan ohjeiden mukaisesti
Paalivaakojen tarkastus KK4, KK6
Titraattorin tarkastus kuukausittain
Titraattorin tarkastus päivittäin
Anturin puhdistus, hälytyksen toiminnan testaus
Näytekupin puhdistus. Kertanäytteen otto
Puhdistetun veden kanaalin pintamittauksen kuukausittainen tarkastus, laitetaan painelähetin vedellä täytettyyn 1m putkeen ja tarkistetaan mittausalueen yläpää, tyhjällä putkella tarkistetaan 0-piste
COD-analysaattorin näytekemikaalien tarkistus. Vaihdetaan/täytetään tarvittaessa kemikaaliastiat 1krt/viikko
Paalaamon Siemens S7-logiikan varmennuspariston vaihto 1krt/a
Kääntyvien kuljettimien kaapelinippujen kunnon tarkistus 1krt/a
Leimasimien tarkistushuolto: leimapäät puhdistetaan ajamalla liuotinta niiden läpi ja magneettiventtiileiden toiminta tarkistetaan. Mustesäiliöiden korkit vaihdetaan. Tarkistetaan kaikkien liittimien kireys ja kunto. 2krt/a
Suoritetaan arkintarkastajalle puolivuotishuolto, roskalaskennan ja vaaleusmittauksen lamppujen vaihto, valokennojen puhdistus ja vaaleuden kalibrointi valmistajan ohjeiden mukaan. 2krt/a
Tarkistetaan arkintarkastajan toiminta yhden arkin mittauksen aikana, ”PYYNTI ON”-kytkimellä saadaan näyte seuraavasta paalista. Jos arkki vinossa tarkastajassa, säädetään kuljettimen näytteenottorajaa. 1krt/vko
Puhdistetaan arkintarkastajan valokennot ja vaaleusmittauksen referenssinäyte,

näytteenottimen siirtokiskot ja vedensuihkutusputken vesireiät. 1krt/vko
Suoritetaan kuivatuskoneiden mittapalkin stabiilisuustarkistus valmistajan referenssipalalla ja ohjeiden mukaan 1krt/vko
Leimasimien tarkastus: tarkastetaan leimajälki paalissa sekä mahdolliset mustevuodot. 1 krt/d

6.4.3 Huoltosuunnitelmat

Seuraavaksi on vuorossa huoltotöiden lajittelu huoltosuunnitelmiin. Ensimmäiset lajitteluperusteet ovat toimintapaikka ja huoltoväli, eli huoltotyöt lajitellaan alueittain huoltovälin määrittämiin ryhmiin. Sen jälkeen erotellaan käynninaikaiset ja seisokin vaatimat huoltotyöt. Huoltotöiden joukosta erottuu selkeästi kaksi suurta ryhmää, lähetinhuollot ja venttiilihuollot. Jotta ennakkohuolto-ohjelmasta tulisi selkeämpi, näille töille tehdään omat erilliset huoltosuunnitelmat.

6.4.3.1 Huoltosuunnitelmien nimeäminen

Sunilan tehtaalla on annettu käytäntö, että huoltosuunnitelmien tunnus on muotoa STzy-XXXXXXX. Alussa on pakollinen merkintä ST, joka tarkoittaa Sunilan tehdasta. Seuraavana oleva zy ilmoittaa osaston ja vastuun, eli kenelle työn suoritus kuuluu. Vastuualueet on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6: Vastuualueet

TUNNUS	VASTUUALUE
0x	Lainsäädännön vaatimat tarkastukset
01	Sähkö/Automaatio
02	Konekunnossapito
03	Rakennuskunnossapito ja kiinteistöhuolto
10	Sähkö
11	Automaatio
20	Konekunnossapito
21	Voiteluhuolto

22	EH-mittaus
30	Rakennuskunnossapito ja kiinteistöhuolto
80	Tuotannon käyttö (80 = Yhteiset, 81 = Puunkäsittely, 82 = Kuitulinja, ..., 86 = Selluvarasto, 87 = Jäteveden käsittely)
90	Tehdaspalokunta ja suojele

Koska tässä työssä ollaan tekemässä automaatiopiirien ennakkohuolto-ohjelmaa, niin käytetään tunnusta 11. Lainsäädännön vaatimista tarkastuksista tehdään tehtaalla oma kokonaisuutensa, joten ne on rajattu pois tämän työn sisällöstä.

Seuraavana tunnuksessa oleva X kertoo alueen johon huoltosuunnitelma kuuluu. Alueet on listattu taulukkoon 7.

Taulukko 7: Alueen määrittäminen tunnuksessa

X	Alue
1	Puunkäsittely
2	Kuitulinja
3	Kuivattamo
4	Lipeän valmistus
5	Voimalaitos
6	Selluvarasto
7	Jäteveden käsittely

Tämän työn rajauksen mukaan käytetään siis alueita 1, 2, 3 ja 7.

Tunnuksen loppuosa xxxxxx on vapaasti valittavia numeroita. Sunilan tehtaalla on annettu suositus käyttää juoksevaa numerointia, mutta koin selkeämmäksi käyttää numeroinnissa vielä lisää alueellisia yksilöintejä ja erotteluja. Saatuaani tähän hyväksynnän, muodostin tunnuksen loppuosan siten, että alkuun tulee laitoksen tunnus. Otetaan tästä esimerkiksi keittämön ensimmäisen huoltosuunnitelman tunnus ST11-2110001, jossa ST on siis Sunilan tehdas, 11 ilmoittaa aselajiksi automaation, 2 kertoo alueeksi kuitulinjan ja 110 on keittämön tunnus. Loppuosassa käytetään juoksevaa numerointia. Omiksi huoltosuunnitelmikseen erotetut lähetin- ja venttiilihuollot on numeroitu siten,

että ensimmäinen lähetinhuoltosuunnitelma alkaa luvusta 11 (esim. ST11-2110011) ja ensimmäinen venttiilihuoltosuunnitelma luvusta 21 (esim. ST11-2110021).

Jotta huoltosuunnitelmien haku SAP-tietojärjestelmästä helpottuu, on huoltosuunnitelmien nimeämiseen oltava koko tehtaan yhteinen käytäntö. Sunilassa huoltosuunnitelmien nimi on muotoa ST_OSASTO TyönNimi. OSASTO voi olla 2-4 merkinen lyhenne osastotunnuksesta, esimerkiksi KE on keittämö. Osastotunnusta tarvitaan huoltosuunnitelmahakujen helpottamiseksi, koska muunlainen aluerajaus on hankalaa. TyönNimi on kuvaus työstä sisältäen myös työnsuoritusryhmän ja tiedon, että tarvitseeko kyseisen huoltosuunnitelman huoltotyöt seisokkia. Esimerkiksi keittämön prioriteetti 1:n huoltotöiden huoltosuunnitelma on muotoa ST11-2110004 ST_KE 1 V HUOLTO SEISOKKI. Huoltosuunnitelmia muodostui yhteensä 128 kappaletta, ja huoltotöiden määräksi tuli 1871. Taulukko, joka esittää kaikki muodostuneet huoltosuunnitelmat alueittain löytyy liitteenä [LIITE 1].

6.4.3.2 Huoltosuunnitelmien jaksotus

Kun huoltotyöt on saatu kohdistettua oikeisiin huoltosuunnitelmiinsa, on alettava miettiä huoltotöiden jaksottamista. On tärkeää, että ennakko- ja huoltotyöt jakautuisi mahdollisimman tasaisesti eri vuosille, jotta ennakko- ja huoltotyön kuormittavuus olisi vuosittain lähes vakio. Tämä on kuitenkin melko haastavaa, koska huoltosuunnitelmissa esiintyy useita eri huoltovälejä. Jaksotuksen helpottamiseksi huoltosuunnitelmat lajitellaan karkeasti samankaltaisten töiden kokonaisuuksiksi: Seisokki vuosikiertotyöt, Seisokki lähetinhuollot, Seisokki venttiilihuollot, Käynninaikaiset vuosikiertotyöt, Käynninaikaiset lähetinhuollot ja Käynninaikaiset venttiilihuollot. Tarkoituksena oli, että samankaltaiset huoltotyöt jakautuisivat mahdollisimman tasaisesti eri vuosille. Tässä työssä huoltotöiden jaksotus päädyttiin tekemään taulukoimalla huoltotyöt taulukkoon vuosille 2015-2026. Taulukko 8 esittää esimerkkinä seisokkia vaativien vuosikiertotöiden jaksotuksen.

Taulukko 8: Seisokkia vaativien vuosikiertotöiden jaksotus

SEISOKKI VUOSIKIERTOTYÖT:													
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
ST11-1000003 ST_PK 1 V HUOLTO SEISOKKI	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ST11-1000004 ST_PK 4 V HUOLTO SEISOKKI	11	11				11				11			
ST11-1000006 ST_PK 6 V HUOLTO SEISOKKI	35	35						35					
ST11-2110004 ST_KE 1 V HUOLTO SEISOKKI	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
ST11-2110005 ST_KE 4 V HUOLTO SEISOKKI	1	1				1				1			
ST11-2120002 ST_PE 2 V HUOLTO SEISOKKI	11	11		11		11		11		11		11	
ST11-2120003 ST_PE 4 V HUOLTO SEISOKKI	2	2				2				2			
ST11-2130003 ST_LA 2 V HUOLTO SEISOKKI	4	4		4		4		4		4		4	
ST11-2130005 ST_LA 4 V HUOLTO SEISOKKI	11			11				11				11	
ST11-2140005 ST_LV 4 V HUOLTO SEISOKKI	1	1				1				1			
ST11-2150004 ST_HV 4 V HUOLTO SEISOKKI	31			31				31				31	
ST11-2150006 ST_HV 6 V HUOLTO SEISOKKI	17					17						17	
ST11-2160005 ST_VA 2 V HUOLTO SEISOKKI	161		161		161		161		161		161		161
ST11-2160007 ST_VA 4 V HUOLTO SEISOKKI	39	39				39				39			
ST11-2160009 ST_VA 6 V HUOLTO SEISOKKI	47			47						47			
ST11-2170005 ST_DL 2 V HUOLTO SEISOKKI	32	32		32		32		32		32		32	
ST11-2170006 ST_DL 4 V HUOLTO SEISOKKI	1			1				1				1	
ST11-3110006 ST_KK4 4 V HUOLTO SEISOKKI	15			15				15				15	
ST11-3120006 ST_KK6 4 V HUOLTO SEISOKKI	5			5				5				5	
ST11-7200004 ST_BIO 2 V HUOLTO SEISOKKI	2	2		2		2		2		2		2	
ST11-7200005 ST_BIO 4 V HUOLTO SEISOKKI	22	16				16				16			
	506	212	219	217	219	194	219	205	219	224	219	187	219

Kuten taulukosta huomataan, niin huoltotöiden määrässä on jonkin verran vuosittaista vaihtelua, mutta vaihtelun määrä on kuitenkin hyväksyttävää. Samalla tavalla jaksotetaan myös muut huoltosuunnitelmakokonaisuudet. Vuositasolla ennakkohuoltotöiden määräksi muodostui noin tuhat huoltotyötä vuotta kohden, mikä tarkoittaa asentajatasolla alle yhden ennakkohuoltotyön päivittäistä kuormitusta. Tämän suuruinen työmäärä on vielä mahdollista saada sopimaan päivittäiseen työmäärään.

6.5 Siirtotaulukko

Huoltotöiden jaksotuksen jälkeen on jäljellä vielä siirtotaulukon laatiminen. Siirtotaulukkoa tarvitaan, jotta tiedot saadaan siirrettyä SAP tietojärjestelmään. Siirtotaulukon tekeminen on työläs vaihe, sillä jokaiselle huoltotyölle on tehtävä taulukkoon oma rivi. Rivi sisältää mm. huoltosuunnitelman tunnuksen, huoltosuunnitelman nimen, kiertosyklin, syklin alkamispäivämäärän, huoltotyön nimen, toimintopaikan, piiritunnuksen, vastuullisen työpisteen ja prioriteetin, joka tässä tapauksessa tarkoittaa onko työ tehtävä käynnin aikana vai seisokissa. Siirtotaulukko on kaksiosainen. Ensimmäiseen osaan määritellään kaikki huoltosuunnitelmat. Toisessa osassa määritellään huoltotyöt ja sidotaan ne luotuihin huoltosuunnitelmiin. Kun taulukko on täytetty kaikkien 1871 huoltotyön osalta, on ennakkohuolto-ohjelma siirtoa vaille valmis.

7 YHTEENVETO

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu ja toteutus on työläs ja monivaiheinen projekti, joka vaatii yhteistyötä monelta eri taholta. Tietomäärän laajuus vaatii syvää perehtymistä prosesseihin, kuten myös muuhun laitoksen toimintaan. On tärkeää myös tutustua huolellisesti kunnossapito-osaston työskentelytapoihin ja resursseihin, koska kymmenen asentajaa ei voi tehdä viidellekymmenelle asentajalle mitoitettua huolto-ohjelmaa.

Kun kunnossapito on ulkoistettu, on haastavaa löytää kompromissi asiakasyrityksen ja kunnossapitoyrityksen välillä, koska näkemykset ennakkohuoltoon kuuluvista töistä ja niiden suoritustiheyksistä eriävät helposti toisistaan. Ennakkohuollon laajuutta ja tarvetta käsitellään usein aivan eri näkökulmista. Asiakasyrityksen näkökulma voi olla sellainen, että kaikki laitteet olisi ennakkohuollettava. Kunnossapitoyrityksillä ei tällaiseen kuitenkaan resurssit riitä, jotta liiketoiminta pysyisi kannattavana, koska töitä tehdään palvelusopimuksen ja siihen lasketun budjetin puitteissa. Tällöin ei ole mahdollisuutta palkata ylen määrin huoltohenkilökuntaa. On siis löydettävä kaikkia miellyttävä ratkaisu. Tämän työn osalta onnistuttiin useiden neuvottelujen jälkeen löytämään ratkaisut, jotka kaikki osapuolet pystyivät hyväksymään. Tästä johtuen ennakkohuolto-ohjelman laatiminen ei edennyt täysin perinteisellä tavalla, vaan joitakin asioita oli tehtävä asiakkaan olemassa olevien käytäntöjen mukaan.

Kriittisyysluokkien määrittely ei onnistu ilman asiantuntijoiden apua, koska kaikki prosessit ovat kuitenkin yksilöllisiä. Tämän takia on aina hyvä tehdä tiivistä yhteistyötä asiaan parhaiten perehtyneen käyttöhenkilöstön kanssa. Heillä on kaikki tarvittava tieto omista prosesseistaan, eikä ole järkevää opetella kaikkia tietoja itsekseen. Kriittisyysluokittelu toteutettiin kohteeseen sopivalla tavalla jakamalla laitteet neljään kriittisyysluokkaan.

Kun tietoa ollaan siirtämässä uuteen tietojärjestelmään, on tärkeää ottaa mahdollisimman paljon tietoa vanhasta tietojärjestelmästä mukaan, jolloin kaikkea tietoa ei tarvitse

kerätä ruohonjuuritasolta erikseen. Se helpottaa tiedonkeruuta ja nopeuttaa projektin valmistumista. Tietojen oikeellisuus on kuitenkin tarkistettava, jotta väärää tietoa ei tulisi siirrettyä. Ennakkohuolto-ohjelman tekeminen on siis samalla myös tietojen päivittämistä, mikä antaa työlle todella paljon lisäarvoa.

Ennakkohuolto-ohjelman toteutus onnistui hyvin ja siitä tuli sellainen kuin tilaajayritys oli toivonutkin. Ennakkohuolto-ohjelmaan saatiin sisällytettyä myös tehtaalla aiemmin käytössä olleet päivittäiset, viikottaiset ja kuukausittaiset huoltotyöt. Ilmoitukset ennakkohuoltotoista alkoivat ilmestyä SAP:iin vuoden 2015 alusta ja ohjelma todettiin toimivaksi heti. Ilmoitukset generoituvat järjestelmään sen mukaan, mikä sykli millekin huoltotyölle on määritelty. Asentajille avautuu SAP:iin ilmoitukset heille kuuluvista ennakkohuoltotoista ja he kuittaavat niitä tehdyksi sitä mukaa kun työt valmistuvat. Tämän vuoksi työlista pysyy selkeänä, koska siellä näkyy vain tekemättömät ja kesken olevat huoltotyöt. Seuraavaan seisokkiin suunnitellut ennakkohuoltotyöt nähdään järjestelmästä jo hyvissä ajoin, joten myös seisokin töiden suunnittelu helpottuu ja suunnitteluun on myös reilusti aikaa.

Tehtaan käytännöt usein auttavat asioiden määrittelyä, mutta ne myös rajoittavat työkentelytapoja. Oma aineisto pitää pystyä muokkaamaan käytäntöjen mukaisiksi, jotta lopputuloksesta tulisi kaikille käyttökelpoinen. Tämän työn osalta tässä onnistuttiin todella hyvin.

LÄHTEET

- [1] EDU.fi, Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito, [www-dokumentti]
[<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html>]
- [2] Stora Enso esittely, [<http://www.storaenso.com/lang/finland>]
- [3] Empower esittely, [<http://www.empower.eu/web/fi/konserni>]
- [4] Empower esittely, [<http://www.empower.eu/web/fi/empowerin-liiketoiminta>]
- [5] Järviö, J. 2006. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
- [6] Järviö, J. Piispa, T. Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4 uudistettu painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.
- [7] PSK 6201 Standardisointi 2003. Kunnossapito.
- [8] Aalto, H. 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. 3. painos. Rajamäki: KP-Tieto Oy.
- [9] Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- [10] Saarenpää, J. 2006. Sähkötekniisten laitteiden kunnossapidon kehittäminen sinkkitehtaalla, [www-dokumentti],
[<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/29885/TMP.objres.476.pdf?sequence=1>]
- [11] ABB OY. 2000. ABB TTT-käsikirja 2000-7. Kunnanvalvonta ja huolto.
- [12] Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito, käsikirja. Helsinki: KP-media Oy.
- [13] Törmälehto, H. 2012. Ulkoistetun kunnossapidon seurantaraportoinnin nykytilanne ja kehittäminen, [www-dokumentti],
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/46323/Tormalehto_Henri.pdf?sequence=1]
- [14] Ramentor Oy, [www-dokumentti],
[<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/riskianalyysi/>]
- [15] Meriläinen, J. 2003. Riskianalyysimenetelmät. [www-dokumentti],
[<https://www.cs.helsinki.fi/group/turvasem/papers/merilainen.pdf>]
- [16] Ramentor Oy. ELMAS 4, Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi, Versio 1.0.
[www-dokumentti], [<http://ramentor-com-bin.directo.fi/@Bin/57bce3876f91452f2a3f2cdf41ad6225/1373378224/application/pdf/1583477/ELMAS%20-%20-%20FMEA.pdf>]

- [17] Ramentor Oy. ELMAS 4, Laitteiden kriittisyysluokittelu, Versio 1.0, [www-dokumentti], [<http://ramentor-com-bin.aldone.fi/@Bin/3be660830cdbe8cd021a45c03d77655b/1464086316/application/pdf/1600410/ELMAS%20-%20Kriittisyysluokittelu.pdf>]
- [18] Järviö, J. 2004. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. RCM- luotettavuuskeskeinen kunnossapito. [Kunnossapitokoulutus-materiaali]

LIITTEET

LIITE 1

Taulukko huoltosuunnitelmista. Suunnitelmien perässä on kuhunkin huoltosuunnitelmaan kuuluvien huoltotöiden määrä.

ST11-1000001 ST_PK 1 VKO HUOLTO	2
ST11-1000002 ST_PK 3 KK HUOLTO	4
ST11-1000003 ST_PK 1 V HUOLTO SEISOKKI	2
ST11-1000004 ST_PK 4 V HUOLTO SEISOKKI	11
ST11-1000005 ST_PK 6 V HUOLTO	22
ST11-1000006 ST_PK 6 V HUOLTO SEISOKKI	35
ST11-1000011 ST_PK 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-1000012 ST_PK 6 V LÄHETINHUOLTO	5
ST11-1000021 ST_PK 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	16
ST11-2110001 ST_KE 1 PVÄ HUOLTO	1
ST11-2110002 ST_KE 1 KK HUOLTO	5
ST11-2110003 ST_KE 6 KK HUOLTO	4
ST11-2110004 ST_KE 1 V HUOLTO SEISOKKI	56
ST11-2110005 ST_KE 4 V HUOLTO SEISOKKI	1
ST11-2110006 ST_KE 6 V HUOLTO	82
ST11-2110011 ST_KE 1 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	24
ST11-2110012 ST_KE 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2110021 ST_KE 1 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	45
ST11-2110022 ST_KE 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	3
ST11-2110023 ST_KE 6 V VENTTIILIHUOLTO	36
ST11-2120001 ST_PE 1 KK HUOLTO	7
ST11-2120002 ST_PE 2 V HUOLTO SEISOKKI	11

ST11-2120003 ST_PE 4 V HUOLTO SEISOKKI	2
ST11-2120004 ST_PE 6 V HUOLTO	21
ST11-2120011 ST_PE 2 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	10
ST11-2120012 ST_PE 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2120013 ST_PE 6 V LÄHETINHUOLTO	7
ST11-2120021 ST_PE 2 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	8
ST11-2120022 ST_PE 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	5
ST11-2120023 ST_PE 6 V VENTTIILIHUOLTO	18
ST11-2130001 ST_LA 1 KK HUOLTO	2
ST11-2130002 ST_LA 2 V HUOLTO	1
ST11-2130003 ST_LA 2 V HUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2130004 ST_LA 4 V HUOLTO	6
ST11-2130005 ST_LA 4 V HUOLTO SEISOKKI	11
ST11-2130006 ST_LA 6 V HUOLTO	26
ST11-2130011 ST_LA 4 V LÄHETINHUOLTO	10
ST11-2130012 ST_LA 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2130013 ST_LA 6 V LÄHETINHUOLTO	23
ST11-2130021 ST_LA 2 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	3
ST11-2130022 ST_LA 4 V VENTTIILIHUOLTO	9
ST11-2130023 ST_LA 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	12
ST11-2130024 ST_LA 6 V VENTTIILIHUOLTO	40
ST11-2140001 ST_LV 1 PVÄ HUOLTO	1
ST11-2140002 ST_LV 1 KK HUOLTO	2
ST11-2140003 ST_LV 6 KK HUOLTO	6
ST11-2140004 ST_LV 4 V HUOLTO	20
ST11-2140005 ST_LV 4 V HUOLTO SEISOKKI	1
ST11-2140006 ST_LV 6 V HUOLTO	11
ST11-2140011 ST_LV 2 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	1
ST11-2140012 ST_LV 4 V LÄHETINHUOLTO	11
ST11-2140013 ST_LV 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	5
ST11-2140014 ST_LV 6 V LÄHETINHUOLTO	6
ST11-2140021 ST_LV 2 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	1

ST11-2140022 ST_LV 4 V VENTTIILIHUOLTO	12
ST11-2140023 ST_LV 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	10
ST11-2140024 ST_LV 6 V VENTTIILIHUOLTO	9
ST11-2150001 ST_HV 1 VKO HUOLTO	2
ST11-2150002 ST_HV 1 KK HUOLTO	3
ST11-2150003 ST_HV 4 V HUOLTO	8
ST11-2150004 ST_HV 4 V HUOLTO SEISOKKI	31
ST11-2150005 ST_HV 6 V HUOLTO	41
ST11-2150006 ST_HV 6 V HUOLTO SEISOKKI	17
ST11-2150011 ST_HV 4 V LÄHETINHUOLTO	5
ST11-2150012 ST_HV 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	10
ST11-2150013 ST_HV 6 V LÄHETINHUOLTO	11
ST11-2150014 ST_HV 6 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2150021 ST_HV 4 V VENTTIILIHUOLTO	4
ST11-2150022 ST_HV 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	12
ST11-2150023 ST_HV 6 V VENTTIILIHUOLTO	35
ST11-2150024 ST_HV 6 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	9
ST11-2160001 ST_VA 1 PVÄ HUOLTO	18
ST11-2160002 ST_VA 1 VKO HUOLTO	11
ST11-2160003 ST_VA 1 KK HUOLTO	19
ST11-2160004 ST_VA 6 KK HUOLTO	18
ST11-2160005 ST_VA 2 V HUOLTO SEISOKKI	161
ST11-2160006 ST_VA 4 V HUOLTO	18
ST11-2160007 ST_VA 4 V HUOLTO SEISOKKI	39
ST11-2160008 ST_VA 6 V HUOLTO	56
ST11-2160009 ST_VA 6 V HUOLTO SEISOKKI	47
ST11-2160011 ST_VA 2 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	41
ST11-2160012 ST_VA 4 V LÄHETINHUOLTO	8
ST11-2160013 ST_VA 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	9
ST11-2160014 ST_VA 6 V LÄHETINHUOLTO	4
ST11-2160015 ST_VA 6 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	16
ST11-2160021 ST_VA 2 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	91

ST11-2160022 ST_VA 4 V VENTTIILIHUOLTO	19
ST11-2160023 ST_VA 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	38
ST11-2160024 ST_VA 6 V VENTTIILIHUOLTO	41
ST11-2160025 ST_VA 6 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	39
ST11-2170001 ST_DL 1 PVÄ HUOLTO	6
ST11-2170002 ST_DL 1 VKO HUOLTO	1
ST11-2170003 ST_DL 1 KK HUOLTO	1
ST11-2170004 ST_DL 6 KK HUOLTO	4
ST11-2170005 ST_DL 2 V HUOLTO SEISOKKI	32
ST11-2170006 ST_DL 4 V HUOLTO SEISOKKI	1
ST11-2170011 ST_DL 2 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	11
ST11-2170012 ST_DL 4 V LÄHETINHUOLTO	2
ST11-2170013 ST_DL 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-2170021 ST_DL 2 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	32
ST11-2170022 ST_DL 4 V VENTTIILIHUOLTO	2
ST11-2170023 ST_DL 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-3110001 ST_KK4 1 PVÄ HUOLTO	7
ST11-3110002 ST_KK4 1 VKO HUOLTO	6
ST11-3110003 ST_KK4 1 KK HUOLTO	2
ST11-3110004 ST_KK4 6 KK HUOLTO	3
ST11-3110005 ST_KK4 4 V HUOLTO	3
ST11-3110006 ST_KK4 4 V HUOLTO SEISOKKI	15
ST11-3110011 ST_KK4 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	1
ST11-3110021 ST_KK4 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-3120001 ST_KK6 1 PVÄ HUOLTO	1
ST11-3120002 ST_KK6 1 VKO HUOLTO	7
ST11-3120003 ST_KK6 1 KK HUOLTO	5
ST11-3120004 ST_KK6 6 KK HUOLTO	1
ST11-3120005 ST_KK6 4 V HUOLTO	6
ST11-3120006 ST_KK6 4 V HUOLTO SEISOKKI	5
ST11-3120011 ST_KK6 4 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	1

ST11-3120021 ST_KK6 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-7200001 ST_BIO 1 PVÄ HUOLTO	10
ST11-7200002 ST_BIO 1 VKO HUOLTO	8
ST11-7200003 ST_BIO 6 KK HUOLTO	6
ST11-7200004 ST_BIO 2 V HUOLTO SEISOKKI	2
ST11-7200005 ST_BIO 4 V HUOLTO SEISOKKI	22
ST11-7200006 ST_BIO 6 V HUOLTO	52
ST11-7200011 ST_BIO 2 V LÄHETINHUOLTO SEISOKKI	2
ST11-7200012 ST_BIO 6 V LÄHETINHUOLTO	7
ST11-7200021 ST_BIO 4 V VENTTIILIHUOLTO SEISOKKI	4
ST11-7200022 ST_BIO 6 V VENTTIILIHUOLTO	6

Huoltosuunnitelmien määrä on 128 ja huoltotöiden määrä 1871.